

Janne Tolonen

**PEURANIEMEN JÄTEVESIPUHDISTAMON KAUKOLÄMPÖLIN-  
JAN RAKENNUTTAMINEN**

# **PEURANIEMEN JÄTEVESIPUHDISTAMON KAUKOLÄMPÖLIN- JAN RAKENNUTTAMINEN**

Janne Tolonen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma, infrarakentaminen

---

Tekijä: Janne Tolonen  
Opinnäytetyön nimi: Peuraniemen jätevesipuhdistamon kaukolämpölinjan rakennuttaminen  
Työn ohjaaja(t): Jarmo Erho, Asser Möttönen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018  
Sivumäärä: 46 + 20 liitettä

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee Peuraniemen jätevedenpuhdistamon yhdistämistä Kajaanin kaukolämpöverkkoon. Uudisrakentamisena suoritettava kohde lisäsi verkon pituutta 1,2 km:ä sekä toisi suuren teollisuuskiinteistön asiakkaaksi Loiste Lämpö Oy:lle. Opinnäytetyössä käydään läpi Kajaanin kaukolämmön toimintaa, kaukolämmön perusteita sekä kaukolämpöurakan valvontaan ja rakennuttamiseen kuuluvia vaiheita.

Painotus opinnäytetyössä on kuitenkin kohteen rakennuttamisessa. 2017 syksyllä valmistunut kaukolämpölinja on Loiste Lämpö Oy:n kyseisen vuoden suurin uudisrakentamiskohde. Työ suunniteltiin aloitettavaksi Kainuun Voiman Oy:n lämpövoimalaitoksen seisokin ajaksi, jotta tehdasalueen läheisyyden työt saataisiin nopeasti valmiiksi, eikä linjan rakentaminen häiritsisi voimalaitoksen toimintaa tai raskasta liikennettä tehdasalueella.

Lopputuloksesta voidaan sanoa, että hyvät suunnitelmat takasivat kohteen sujuvan rakentamisen. Lisätöitä tuli muutama, mutta sekään ei nostanut kustannuksia yli suunnitellun budjetin. Kohde onnistui teknillisesti ja taloudellisesti, sekä aikataulussa pysyttiin ilman suurempia viivästyksiä.

Kohde oli opettavainen ja toimi ensimmäisenä suurempana urakkana itselleni. Uskon, että se toimii hyvänä pohjana samanlaisen kohteen rakennuttamisessa ja antaa mielenkiintoista luettavaa aiheesta muuten vain kiinnostuneille. Materiaali koostuu useista eri lähteistä kerätyistä materiaaleista, suunnitelmista, haastatteluista, omista kokemuksista ja kesän aikana kuvaamistani kuvista.

---

Asiasanat: kaukolämpö, rakennuttaminen, rakennusvalvonta

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Construction management, infrastructure

---

Author(s): Janne Tolonen

Title of thesis: Construction of a district heating line to Peuraniemi Wastewater treatment plant

Supervisor(s): Jarmo Erho, Asser Möttönen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 46 + 20 appendices

---

This thesis covers the connection of Peuraniemi wastewater treatment plant to the district heating line in Kajaani. The reader gets a picture of the companies that are affiliated in the project, and then the basics about district heating is explained. Thesis explains also how Loiste Lämpö Ltd. chose the constructors to the job. The main part of the thesis is the construction phases.

The project started in the summer of 2017 and finished in the fall 2017. Line that was constructed from the Kainuun Voima power plant, reached 1,2 km length to the destination of Peuraniemi wastewater treatment plant. Working phases can be distributed to two different parts, excavating and pipework. Both of these were done by different companies. The result was reached in timeline and the expenses did not exceed the planned budget.

The sources of this thesis are from textbooks, experiences from the work sites, pictures, manuals, interviews, plans and contracts. This thesis can be used to go through similar construction job, as the standards and the construction phases are the same all over Finland.

---

Keywords: district heating, constructing, pipework, excavating

## ALKULAUSE

Haluaisin kiittää Loiste Lämpö Oy:tä kesätyöpaikasta, jonka aikana pääsin mukaan tähän projektiin. Kesätyön aikana opin paljon rakennuttamisesta, käytännön vaiheista, työmaalla toimimisesta ja todella paljon kaukolämmöstä. Erityisesti haluan kiittää Loiste Lämmön työntekijöitä Marko Saviniemeä, Aira Tolosta ja Arto Hirvosta kaikesta avusta ja tuesta koko kesä- ja opinnäytetyön ajan. Erityiskiitos Asser Möttöselle ja Jarmo Erholle opinnäytetyön ohjaamisesta ja kannustamisesta loppuun asti.

Kajaanissa 4.4.2018

Janne Tolonen

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	8
2 KAUKOLÄMMÖN TOIMINTA KAJAANISSA	9
2.1 Loiste Lämpö	10
2.2 Kainuun voima KAVO	11
2.2.1 Lämmöntuotanto	11
2.2.2 Lämmöntuotanto varavoimaloilla	12
2.3 Peuraniemen jätevesipuhdistamo	13
3 KAUKOLÄMMITYKSEN PERUSTEET	14
3.1 Historia	14
3.2 Kaukolämmityksen periaate	15
3.3 Putkien rakennushistoria ja kunto Kajaanissa	15
3.3.1 Betonikanavajohdot	15
3.3.2 Kiinnivaahdotetut johdot	16
3.3.3 Muovisuojakuorijohto liikkuvien teräsputkien avulla	18
4 URAKKATARJOUKSET	19
5 URAKAN VALVONTA	20
5.1 Suunnittelu	20
5.2 Valmistelevat työt	21
5.3 Kaivannot	22
5.4 Arina	27
5.5 Putken asennus ja liittäminen	27
5.6 Venttiilit	28
5.7 Röntgenkuvaus	29
5.8 Koeponnistus ja esilämmitys	31
5.9 Saumat ja muhvien vaahdotus	32
5.10 GPS-mittaus	33
5.11 Putken peittäminen	34
5.12 Putken sisäänvienti	34
6 HAASTEET JA ONGELMAT	36
7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	39
8 POHDINTA	44

## LÄHTEET

45

## LIITTEET

Liite 1 Kaukolämmön perus- ja energiamaksut

Liite 2 Loisteen urakkaohje

Liite 3 Finridin työskentelyohje

Liite 4 Kaapelinäyttö Loisteella

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi Kajaanin kaukolämmön historiaa, kaukolämmön toimintaan liittyviä yrityksiä Kajaanissa, kaukolämmön perusteita sekä koko Peuraniemen jätevedenpuhdistamon liittämisen kaukolämpöön, sen suunnittelun ja rakennuttamiseen liittyneet vaiheet. Opinnäytetyön tavoitteena on antaa lukijalle perusteet Kajaanissa toimivasta kaukolämmöstä ja miten rakennuttaminen toteutetaan Loiste Lämmön toimesta.

Loiste Lämpö Oy kävi Peuraniemen jätevedenpuhdistamon kanssa vuonna 2016 asiakaskeskusteluja, jossa tiedusteltiin mahdollista kaukolämpölinjaa rakennettavaksi korvaamaan nykyiset öljykattilat. Sopimukseen päästiin ja aloitettiin suunnitelmat rakennushankkeesta seuraavalle kesälle 2017. Jätevedenpuhdistamon linjan mitoituksessa varauduttiin alueen lisärakentamiseen ja lämmönkulutuksen kasvuun. Putki mitoitettiin tarvittavan mitoituksien yli, myös tulevaisuutta ja mahdollisia uusia asiakkaita varten.

Hankkeen tarkempi suunnittelu alkoi talvella 2017 ja kaukolämpölinjan pituudeksi tuli 1,2 km:ä. Tulevaisuutta ajatellen laskettiin putkikoon tehonsiirto 50 %:a yli jätevedenpuhdistamoon tarvittavan tehon. Kohteeseen valittiin putkikooksi DN 2x100 putki, jonka tilavuus on 18 dm<sup>3</sup>/m ja vedellä täytetty paino 52,1 kg/m.

Itse rakentaminen alkoi kesäkuussa 2017, jossa työt aloitettiin Kainuun voiman Oy:n lämpölaitoksen huoltoseisokin aikana. Kohde eteni aikataulussa, eikä suurempia viivästyksiä tullut maanrakennustöiden tai putkitöiden osalta. Kaukolämpö kytkettiin jätevedenpuhdistamoon päälle 1. marraskuuta 2017.

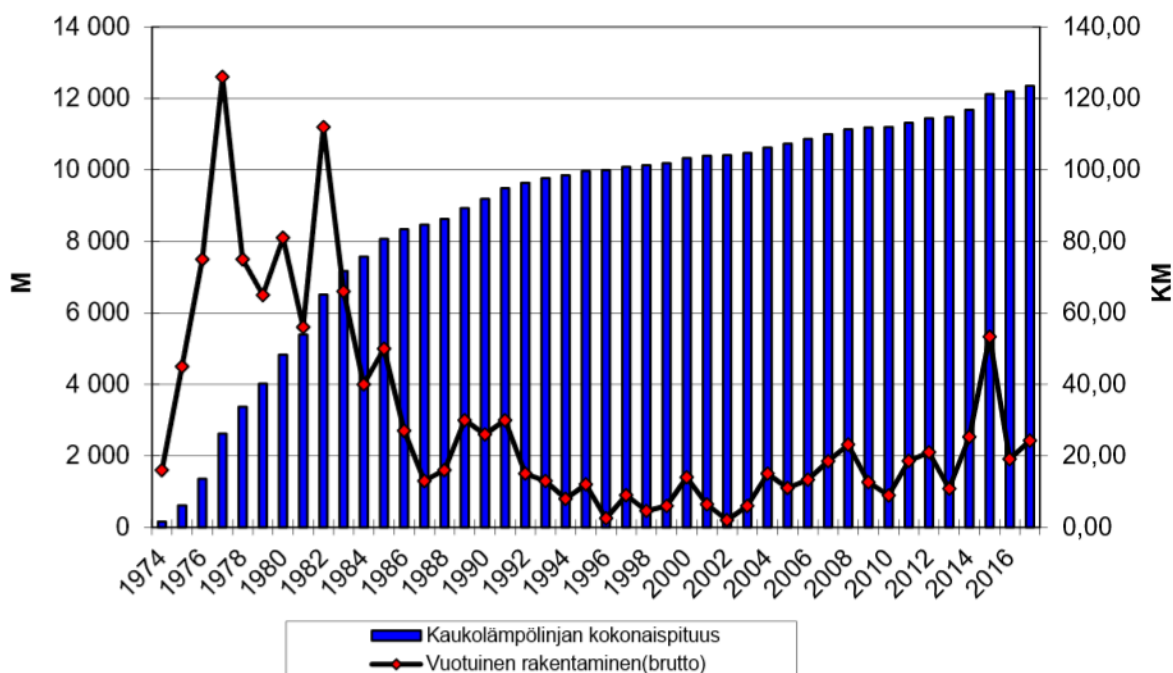


## 2 KAUKOLÄMMÖN TOIMINTA KAJAANISSA

Keskustelu kaukolämmöstä Kajaaniassa alkoi vuonna 1960, mutta vasta vuonna 1962 alettiin tutkia sähkölaitoksen toiminnan laajentamista kaukolämmitykseen, päätöstä kuitenkin lykättiin. Viimein päätös kaukolämmön aloittamisesta Kajaaniin tehtiin vuonna 1973. Silloinen verkosto kuitenkin määriteltiin enemmänkin aluelämmitykseksi, eikä niinkään kaukolämmöksi, sillä verkosto koostui kolmesta erillisestä osasta ja jokainen toimi itsenäisenä verkkona. (1, s. 18.)

Siirrettäviä lämpökeskuksia oli enimmillään jopa 12 ja ne sijoituivat Kajaanin asutusalueille hajanaisesti. Vuosien saatossa verkostot laajenivat, lopulta niitä aloitettiin yhdistämään toisiinsa ja alkoi kaukolämpöverkon muodostuminen. Vuonna 1976 aloitettiin Palokankaalle ensimmäisen kiinteän lämpökeskuksen rakentaminen, joka toimi pääasiallisena lämmöntuottajana alkuvuosina. Palokankaan lämpökeskuksessa ensimmäiset kaksi 12 MW:n öljykattilaa saapuivat 1977, mutta öljyn korkean hinnan takia päätettiin myöhemmin hankkia kiinteäpolttoainekattila. 1979 hankittiin vielä kolmas 12 MW:n öljykattila. 1980 valmistui kiinteän polttoaineen kattila, jonka pääasiallisen polttoaineena oli jysinturve. (1, s.18.)

Kuvassa 1 nähdään vuotuinen rakentamisen diagrammi ja kaukolämpölinjan kokonaispituus vuodesta 1974 eteenpäin. Vuonna 1977 kaukolämpöverkkoa oli rakennettu yli 12 km:ä, kun vuonna 2017 rakennettiin kaukolämpöverkkoa vain noin 2,5 km:ä. Tästä voidaan huomata se, että Kajaaniassa suurin rakentamisen tarve on vähentynyt, muutamia hankkeita ja saneeraustöitä lukuun ottamatta. (1, s.17.)



KUVA 1. Kaukolämmön kokonaispituuden- ja rakentamisen bruttopituus Kajaanissa (2)

## 2.1 Loiste Lämpö

Aluksi kaukolämpötoiminta oli osa Kajaanin kaupungin sähkölaitoksen myöhemmin Kajaanin energialaitoksen toimintaa. Kainuun kuntien omistaman Kainuun Valo Oy:n ja Kajaanin energialaitoksen yhdistämisen myötä kaukolämpötoiminta päätettiin siirtää omaan yhtiöön ja Kajaanin Lämpö Oy aloitti toiminnan 1995. Vuonna 2014 nimi muuttui Loiste Lämpö Oy:ksi. (3.)

Kaukolämpöliittymiä on Loisteella noin 1700 kappaletta. Kajaanissa noin 70 %:a asukkaista asuu kaukolämmöllä lämmitetyissä taloissa. Kokonaisliittymisteho on 143 MW:a ja myyty energiamäärä on noin 280 GWh:a vuodessa. (3.)

Kajaanissa käyttöpaikat siirrettiin etäluentaan vuonna 2013. Etäluennan tunti-luennassa yli 30 kW:n mittareita on n. 1633 kpl:tta, päiväluennassa alle 30 kW:n mittareita on n. 93 kpl:tta. Etäluennassa käytetään hyödyksi RF-/GPRS-verkkoja (radio- ja matkapuhelindataverkko), osa asiakaslaitteista luetaan suoraan yksitel-len, osa asiakaslaitteista ilmoittaa tiedot yhteen päätteeseen ja ne luetaan kokonaisena ryhmänä. (3.)

Kaukolämmön hinnoittelu perustuu Loisteella perusmaksuun ja energiamaksuun käytön mukaan (liite 1).

## **2.2 Kainuun voima KAVO**

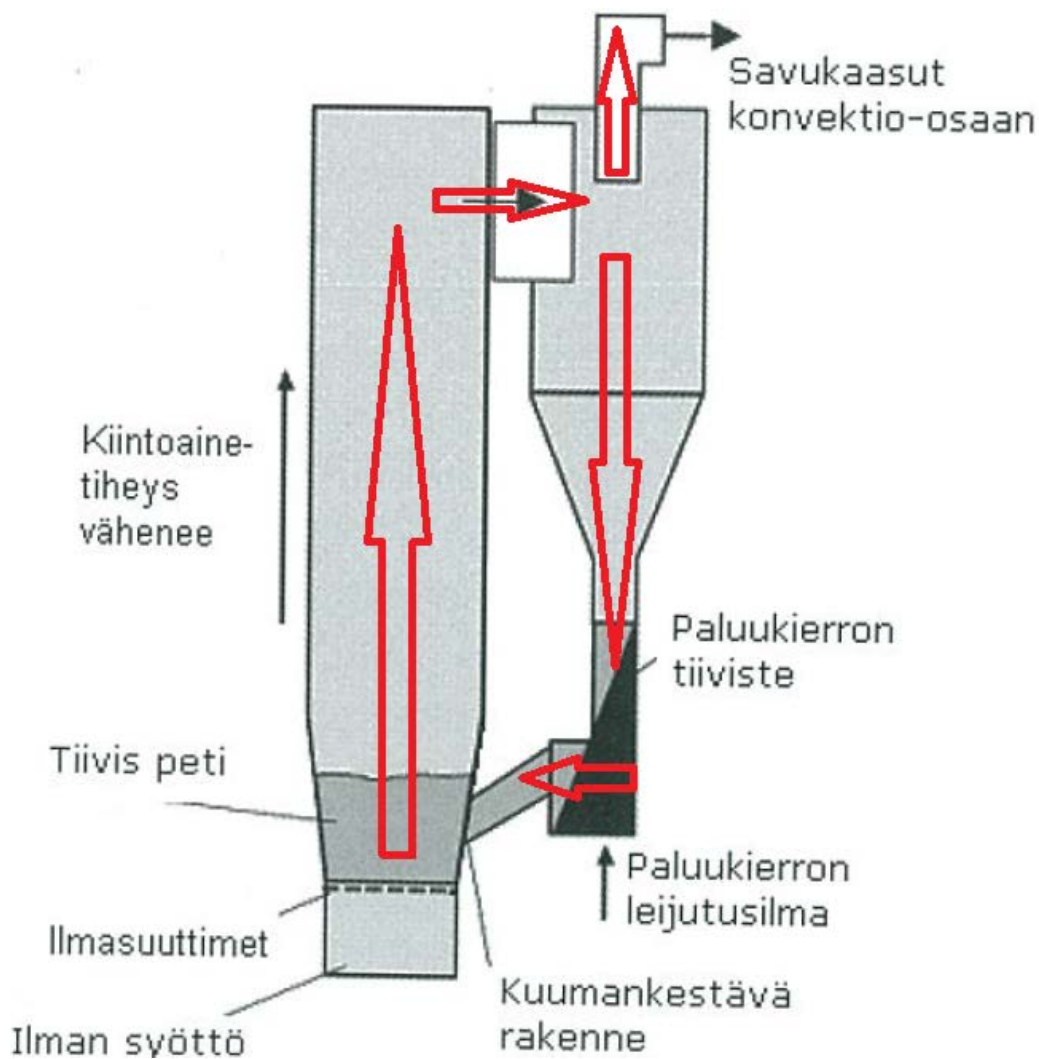
Lämmityskapasiteetista oli jo vuonna 1980 lähes kaikki käytössä, joten aloitettiin tekemään selvityksiä uudesta kattilasta tai vaihtoehtoisesti lämmityksen ostamisesta muualta. Vasta myöhemmin 1986 päästiin yhteisymmärrykseen Kainuun voima Oy:n (KAVO) voimalaitoksen rakentamisesta. Vuonna 1989 valmistui 240 MW:n kiinteänpolttoaineen voimalaitos, jonka pääasiallisena polttoaineena oli polttoturve. Tällöin kaukolämmön tuotanto siirtyi Kainuun voimalle ja omien öljylämpökeskusten pääasiallinen käyttö lopetettiin. Omat lämpökeskukset jäivät vara- ja huippulämpölaitoksiksi. (4; 5.)

KAVO on Kajaanin kaupungin ja UPM-Kymmenen puoliksi omistama yritys. Alue, jossa voimala toimii, on entisen UPM-Kymmenen paperitehtaan tehdasalue, joka sijaitsee Tihisenniemessä Kajaanissa. Paperitehtaan lopetettua suuri tehdasalue on nimetty Renforsin Ranta -yritysalueeksi, jossa vanhan tehtaan tiloja vuokrataan yritysten käyttöön. (4; 5.)

### **2.2.1 Lämmöntuotanto**

Kattilana toimii kiertopetikattila (kuva 2), kattila tuottaa 135 bar:in paineista ja 535 °C:n lämpöistä höyryä enimmillään 100 kg/s, kattilan teho on alun perin ollut 240 MW:a sähköteho 85 MW:a. Kattila on monipolttoainekattila, eli sillä voidaan polttaa melkein mitä tahansa polttoainetta. KAVO:lla on poltettu mm. haketta, kantoja, öljyä ja turvetta. Parhaina kuukausina turpeen ja puujätteen osuus polttoaineista oli 99 %:a kotimaista. (3; 4.)

Puhdistetut savukaasut johdetaan ilmaan 100 m:ä korkean piipun kautta. Nykyisin toimivan kattilan tehon tarve on pienentynyt paperitehtaan lopetettua ja 2017 kattilaa pienennettiin, jotta hukcatehoa saadaan pienennettyä ja kattilan käyttö saadaan optimaaliselle teholle. Nykyään KAVO:n pääkattila tuottaa noin 200 MW:n tehon. (3; 4.)



KUVA 2. Kiertoleijupedin toiminta (5, s. 290)

### 2.2.2 Lämmöntuotanto varavoimaloilla

KAVO:n lämmöntuotanto riittää n.  $-20^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilaan, jonka jälkeen lisäkaukolämpöä tuotetaan omilla nykyään kevyttä öljyä käyttävillä lämpökeskuksilla. Loisteella on kaksi kiinteää lämpökeskusta ja viisi siirrettävää lämpökeskusta. Palokankaan lämpökeskuksessa on yksi 40 MW:n kattila ja kolme 12 MW:n kattilaa. Lohtajalla sijaitsee toinen kiinteä lämpökeskus, jonka teho on 12 MW. Loput siirrettävät viisi lämpökeskusta tuottavat yhteensä 27,6 MW:n tehon. Ne sijaitsevat Erätiellä, Prikaatintiellä, Takojankadulla, Elementtiellä ja Puomitiellä. Näiden lämpökeskusten kattiloita hyödynnetään kovilla pakkasilla ja Kainuun voiman voimalan seisokkien ajan. Myös kriisitilanteissa on oltava valmiina pitämään Kajaani lämpimänä. (5.)

Kiinteät ja siirrettävät Loiste Lämmön lämpökeskukset ovat kaikki kevytöljyllä toimivia. öljyn osuus kaukolämmöntuotannosta on vain 3–5 %:a (n. 10 GWh). (1, s.17–24; 5.)

### **2.3 Peuraniemen jätevesipuhdistamo**

Kajaanin jätevedenpuhdistus tapahtuu vuonna 1975 valmistuneessa Peuraniemen jätevedenpuhdistamossa. Jätevedenpuhdistamoa on ennen tätä kaukolämpöön liittämistä lämmitetty kahdella öljykattilalla (2 x 500 kW). Jätevedenpuhdistamo on suuri kiinteistö. Kiinteistön ja käyttöveden lämmityksen lisäksi, siellä tarvitaan lämmitystä prosessin aikaisiin vaiheisiin. Tehonmääritys kohteelle laskettiin seuraavasti:

$\text{Vuosienergia (kWh)} / \text{huippukäyttöaika (h)} = \text{tilausteho (kW.)}$

Uusissa rakennuskohteissa voidaan käyttää mm. asuintilavuutta (m<sup>3</sup>). Tässä kohteessa, jossa myös jätevedenpuhdistusprosessiin tarvitaan lämpöenergiaa, ainoa oikea ratkaisu on ottaa huomioon myös prosessiin tarvittava lämmityksen tarve. Suuntaa antaa myös vanhojen kattiloiden antama teho. (2; 6.)

### 3 KAUKOLÄMMITYKSEN PERUSTEET

Kaukolämmitys on voimalaitoksessa, lämpökattilassa tai lämpökeskuksessa tuotettua lämpöenergiaa. Lämmitetty vesi siirretään kaukolämpöverkon kautta rakennusten lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden valmistukseen. (7.)

Kaukolämmitys on rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen tarvittavan lämmön tuotantoa ja julkista jakelua kiinteistöille eli asiakkaille. Kaukolämmitykselle on myös ominaista, että sitä varten organisoitu toiminta toteutetaan liiketoimintana, eli asiakas maksaa lämmön saannin ja palvelun tarjoaja hoitaa lämmön toimituksen. (8, s. 25.)

Aluelämmitys on taas yleensä pienempimuotoista keskitettyä lämmön tuotantoa ja jakelua yksityiseen tai esimerkiksi tuotantoyhtymän osakkaiden omaan käyttöön, mutta toimintaan ei liity liiketoimintaa. Periaatteessa asiakkaan on itse hoidettava kaikki vaiheet saadakseen lämpöä. Tuotanto- ja jakeluteknologia voi olla hyvinkin samanlaista kuin kaukolämmityksessä. (8, s. 25.)

#### 3.1 Historia

Kaukolämmitystä on Suomessa harjoitettu jo vuodesta 1950 lähtien, mutta se on yleistynyt vasta laajemmassa mittakaavassa 1970-luvulla, siitä lähtien se on ollut Suomessa merkittävin lämmitysmuoto. Suomen ensimmäinen kaukolämmitysjärjestelmä rakennettiin Helsingin Olympiakylään, joka valmistui vuonna 1940 suunniteltuihin kisoihin. Kaukolämmityksen rakentaminen alkoi yleensä uusien asuinalueiden rakentamisen yhteydessä. Suomessa vuonna 1993 kaukolämmön tuotanto oli 26 100 GWh:a, asiakkaita oli 71 000 ja liittymisteho 12 500 MW:a. Nykyään kaukolämpöä käytetään jokaisessa kaupungissa ja suuremmissa taajamissa. Valtakunnallisesti kaukolämmön osuus lämmitysenergian kulutuksesta on 50 %:a ja suuremmissa kaupungeissa jopa 80–90 %:. Suomessa 80 %:a kaukolämmöstä perustuu kaukolämmön ja sähkön yhteistuotantoon. (8, s. 5.)

### **3.2 Kaukolämmityksen periaate**

Kaukolämpöverkossa kuuma kaukolämpövesi siirtää tuotantolaitoksessa tuotetun lämpöenergian asiakkaille, verkko koostuu meno ja paluuputkesta, jossa veden lämpötila on menoputkessa 65 °C:n ja 115 °C:n ja paluuputkessa 40 °C:n ja 60 °C:n välillä. Kaukolämpövesi ei kierrä asiakkaan laitteissa, vaan kaukolämmön lämpöenergia siirtyy asiakkaan laitteisiin lämmönsiirtimien välityksellä. Paluuputkea pitkin jäähtynyt kaukolämpövesi palaa takaisin tuotantolaitokseen uudelleen lämmitettäväksi. (9.)

### **3.3 Putkien rakennushistoria ja kunto Kajaanissa**

Kajaanin kaukolämpöverkko on iästään huolimatta hyvässä kunnossa. Vaikkakin putkiverkossa on vanhoja ja alkuperäisiäkin putkia, on hyötysuhde siltikin hieman yli 91 %:a, joka on Suomessa keskiarvoa tai hieman keskiarvoa korkeampi. Verkon runkomateriaalit ovat noin 20 %:n kokonaispituudeltaan betonikanavajohtoa. Pienemmät vanhat linjat ja haarat ovat Mpul-johtoa, joka aiheuttaa vuosittain saaneeraus tarvetta, sillä se on todella riskialtis putkityyppi vuodoille. (3.)

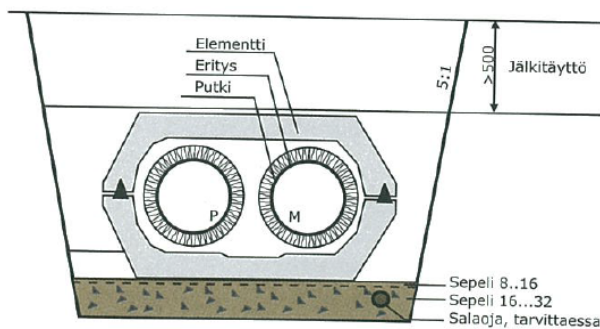
Suurin osa on muovisuojuakuo-rielementtejä mm. Mpul, 2Mpul, Mpuk ja 2Mpuk. Verkon pituudella painotettu keskiarvoinen ikä on 29 vuotta. Verkon vuotoja tarkkaillaan Kainuun Voimalla täyttövesimääriä seuraamalla. Ne ovat olleet hyvin pieniä, joten verkon kunto voidaan sanoa tälläkin hetkellä hyväksi. Verkon vuodot voidaan huomata myös säännöllisillä kaivotarkastuksilla, ja kaivosta tai kaivon tuuletusputkesta nouseva höyry on merkki mahdollisesta vuodosta. Kaukolämpövedessä on vihreää väriainetta, minkä ansiosta esim. kaivoon tulevasta vedestä voidaan selvittää, onko vesi kaukolämpövettä vai jotain muuta. (3.)

#### **3.3.1 Betonikanavajohdot**

Betonikanavajohtoja ei ole rakennettu 1990-luvun jälkeen ollenkaan, mutta niitä kyllä löytyy vieläkin käytössä, sillä se on ollut todella yleinen johto tyyppi suurimmilla putkikoilla. Hyvin rakennetulla kokonaisuudella on pitkä elinikä, sillä elementti hengittää kanavassa. Mahdollistaen kosteuden poistumisen hyvin, eikä virtausputkien ruostumista tapahdu niin helposti. (8, s. 144.)

Rakennettaessa betonikanavajohtoja (kuva 3) asennetaan alaelementtikourut kaivantoon peräkkäin, hitsataan vetoteräkset toisiinsa ja saumataan. Alemmista elementeistä koostuva kouru muodostaa joustavan ja vetoa kestävän kanavan. Putkien eristeinä käytetään yleensä mineraalivilla- tai polyuretaanikouruja. Virtausputkina toimivat teräsputket tuetaan alaelementistä. (8, s. 144.)

Alaelementtien väleissä on kiintopiste elementtejä, joihin virtausputket hitsataan kiinni ja joiden kautta putkien lämpöliike johdetaan maahan, eikä putkiin tule vaurioita. Kansielementit asennetaan alaelementin päälle ja saumat tiivistetään. Yhdessä alaelementtien kanssa ne muodostavat johtokanavan, jossa virtausputket voivat kiintopisteiden ohjaamana liikkua lämpövaihteluiden mukaan. (8, s. 144.)



KUVA 3. Betonikanavajohto (8, s. 144)

### 3.3.2 Kiinnivaahdotetut johdot

Kiinnivaahdotetuissa kaukolämpöjohdoissa (Mpuk, 2Mpuk) on polyuretaanieristeellä liitettyä kiinteästi yhteen virtausputki ja polyuretaanisuojakuori. Kiinnivaahdotettu johtotyyppi tuli Suomessa käyttöön 1970-luvun puolivälissä ja valloitti kaukolämpöputkien markkinat nopeasti. Käytännössä kaikki uudet johdot on rakennettu tällä menetelmällä 1980-luvun puolivälin jälkeen. Putkien mitoitus perustuu 1,6 MPa:n suunnittelupaineeseen sekä  $<120\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n käyttölämpötilaan. (8, s.138.)



Muovisuojaoriputkien kirjaimien selitykset:

M = eristys- tai johtoelementit polyeteenimuovisella suojakuorella

pu= polyuretaanivaahdot

pe= vaahdotettu polyeteeni

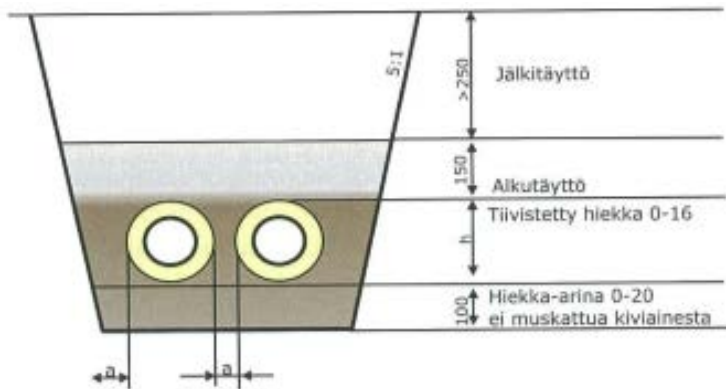
k = putket liikkuvat eristyksessä

l = putket liikkuvat

(8, s.138.)

### Yksiputkijohto 2Mpuk

Yksiputkijohdossa (kuva 4) on erilliset meno- ja paluujohdot, joissa virtausputki ja polyeteenisuojakuori on polyuretaanieristeellä liitetty yhteen. Yksiputkijohtoa valmistetaan yleensä kokoluokissa DN20–DN600, mutta tarvittaessa DN1200 asti. Putkien pituus on kokoluokasta riippuen 6, 12, 16 tai 18 m:ä. (8, s. 139.)

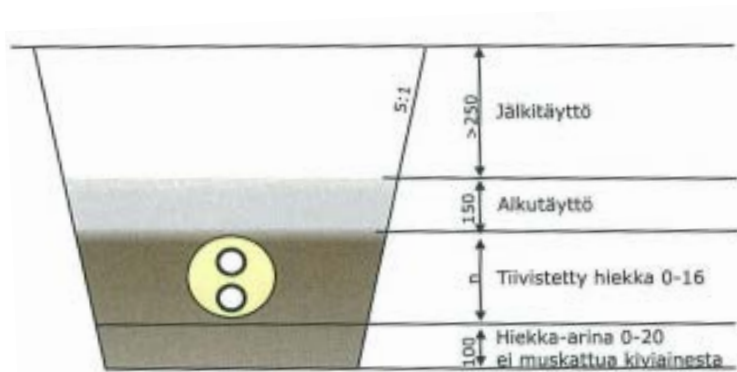


KUVA 4. Yksiputkijohto 2Mpuk (8, s. 139)

### Kaksiputkijohto Mpuk

Kaksiputkijohto (kuva 5) sisältää meno- sekä paluupuolen virtausputket ja yhteinen polyeteenisuojaputki on liitetty polyuretaanieristeellä yhteen. Lämpöhäviötä pienentämään on menoputki paluuputken alapuolella elementissä. Kaksiputkijohdtoa valmistetaan yleensä DN 2x20–DN 2x200. (8, s. 139.)

Putkien pituus on luokasta riippuen 6 tai 12 m:ä. Kaksiputkisten johtojen aalitarve on pienempi kuin yksiputkisten ja jatkosten tekemisen tarve puolittuu. (8, s. 139.)

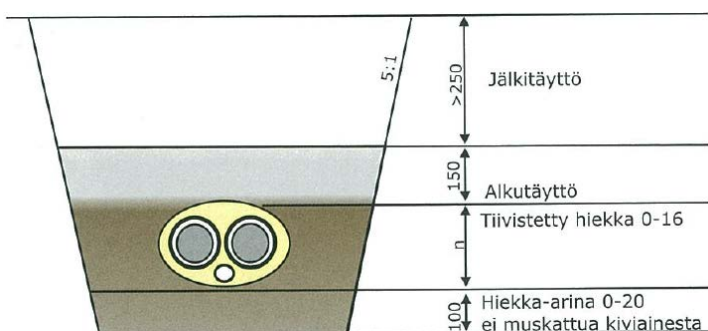


KUVA 5. Kaksiputkijohto Mpuk (8, s. 139)

### 3.3.3 Muovisuojaakuorijohto liikkuvien teräsputkien Mpul

1960-luvulta noin 20 vuotta eteenpäin oli Mpul-johto (kuva 6) käytetyimpiä johtotyyppienä pienemmissä linjoissa, mm. talohaaroissa. Siinä polyuretaanieristeellä yhdistetään virtausputkien lasikuitusuoja-putket, polyeteenisuoja-kuori. (8, s.144.)

Virtausputket pääsevät liikkumaan lasikuituputken sisällä vapaasti lämpöliikkeen mukana. Elementtiin kuuluu myös erillinen vuoto-vesiputki. Monista huonoista puolista kärsivä elementti ei ole ollut 1990-luvun jälkeen enää käytössä. Huonoja puolia ovat mm. suojaputken tai eristeen rikkoutuminen. Tämä aiheutti korroosioriskin ja korrosio leviää elementin sisällä aina seuraaviin kaivoihin asti. Elementin oma tuuletus on heikko ja pienetkin taivutukset putkessa voivat ajan saatossa aiheuttaa vuotoja putkessa. (8, s. 145.)



KUVA 6. Muovisuojaakuorijohto liikkuvien teräsputkien (8, s. 145)

## 4 URAKKATARJOUKSET

Urakkatarjouspyynnössä käydään läpi Loisteen eli Tilaaajan määrittämät vaatimukset, urakan laajuus, aikataulu, lupa-asiat, säädöksiä noudattamiset ja urakoitsijan vastuut. Urakassa tulee noudattaa piirustusten, urakkaohjeiden, työselitysten, Energiateollisuuden kaukolämpövaliokunnan suositusten ja materiaalitoimittajien antamia ohjeistuksia ja määräyksiä. Urakkasopimus laaditaan kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen antaneen urakoitsijan tai urakoitsijoiden kanssa. Tämä valinta tehdään Tilaaajan määrittelemän pisteytysmenetelmän kautta. (10.) (Liite 2, s. 1.)

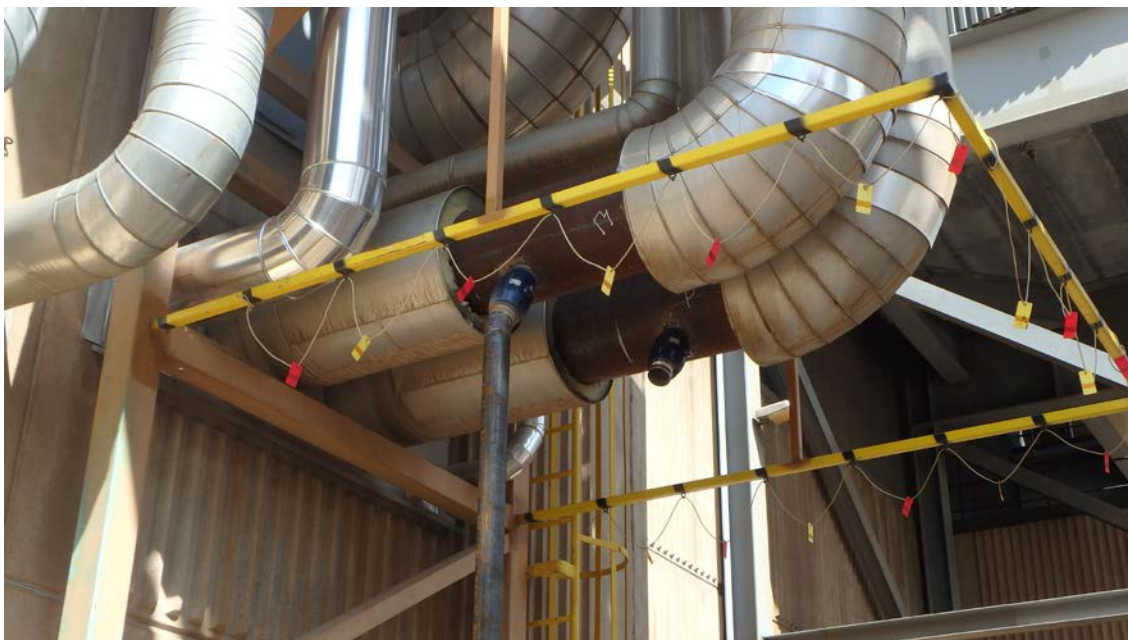
Urakkatarjoukset oli pyydetty Peuraniemen jätevedenpuhdistamon DN100-johdosta kahdeksalta urakoitsijalta ja tarjouksen oli jättänyt viisi urakoitsijaa. Kyseinen urakka oli jaoteltu kolmeen osaan: maanrakennustyöt, asennustyöt ja materiaalit. Urakoitsija 1 valittiin maanrakennustöihin ja urakoitsija 2 putki- ja eristystöihin sekä putkitarvikkeiden hankkimiseen. Valinta tapahtui pisteytysmenetelmällä, täydet pisteet 100 pistettä ja minimi 0 pistettä. Kriteereinä toimivat hinta 60 pistettä, toimitusvarmuus 20 pistettä, ammattitaito 10 pistettä ja kokonaishinta 10 pistettä. (10.) (Liite 2, s. 1.)

## 5 URAKAN VALVONTA

### 5.1 Suunnittelu

Kainuun voimalta putkisilloissa olevista DN500/2Mpuk-kaukolämpöputkista (kuva 7) otetaan porasulkuventtiileillä sivuhaara DN100/Mpuk2011-kaukolämpöputkelle, joka jatkaa kohti jätevesipuhdistamoa.

Linja kulkee alkumatkalla parkkipaikka-alueella, jonka alittaa suurjännitekaapeli. Tämän jälkeen suojaputkea käyttäen alitetaan tie ja jatketaan tehdasalueella olevaa Putsarintien pengertä pitkin kohti jätevedenpuhdistamoa ylittäen vielä yhden ojan suojaputkea käyttäen. Yhteensä putkea rakennetaan 1,2 km:n mittainen matka. Putken pituudesta johtuen lasketaan matkalle 15 %:n lämpöhäviö ja kohde on tällä hetkellä ainut kyseisessä paikassa. Kohdealue on myös vilkkaasti raskaan liikenteen käytössä. Urakkaraja on DN500/2Mpuk-putkesta jätevedenpuhdistamon lämmönjakohuoneeseen ja urakkaan kuuluvat mittauskeskukset pois lukien lämpömäärälaskurit. (10.)



KUVA 7. DN500/2Mpuk-putkilinja ja DN100/Mpuk2011-poraventtiilit

## 5.2 Valmistelevat työt

Ensimmäisten luonnoksien jälkeen oli aika lähteä paikan päälle katsomaan, onko suunnitelmat maastoon sopivia vai pitääkö tehdä muutoksia. Harvoin ensimmäinen suunnitelma pitää loppuun asti paikkaansa, sillä kartat ja muut kuvat eivät aina ole ajan tasalla.

Tässäkin kohteessa ensimmäiset muutokset tehtiin jo alkumetreillä. Kävimme alkuperäistä reittiä läpi mukana Trimblen Geo 7x -kämmenmikro ja sillä talletin putken suunnitellun reitin ylös, Geo 7x -laite käyttää hyväksi GNSS-yhteyttä. Tietokoneelle kuvaa siirrettäessä nähdään myös korkeuserot ja jokaisella pisteellä on myös omat koordinaatit 100 mm:n tarkkuudella. Geo 7x:ssä on valmiina kaupungin karttapohja, joten on helppo tarkistaa oma ja mitattavan kohteen eteneminen liikkuesssa maastossa.

Alkuperäinen reitti muuttui hyvin äkkiä paikan päällä hieman erilaiseksi maaston mukaan. Myös muutamia esteitä sattui matkalle, mm. valonheitinpylväs, joka huomattiin vasta paikan päällä tulevan reitille. Valonheitinpylväs saatiin kuitenkin ohitettua ilman mittavampia ongelmia, pienellä aiemmin tehdyllä suunnanmuutoksella.

Suunnitelmissa tuli myös esille reitille sattuvat Fingrid Oy:n sähköpylväät, joiden välistä piti linjan mahtua suojaetäisyyksiä noudattaen. Tilaa oli kuitenkin pylväiden ympärillä tarpeeksi, joten suojaetäisyyksiä noudatettiin kaivannoissa. (Liite 3.) Seuraavaksi olikin edessä aita, jonka jälkeen alkoi syvä oja. Oja oli yläpinhasta mitattuna noin 15 m:ä leveä ja pohjasta noin 2 m:ä. Ylitys jouduttaisiin tekemään suojaputkea käyttämällä. Ylityksen jälkeen alitetaan pieni soratie ajosilta käyttämällä. Tämän jälkeen alkaa metsäautotien ojassa menevä vaihe, kunnes saavuttaisiin jätevedenpuhdistamon pihaan. Lopputulos mittauksista tallentui Trimbleen ja sieltä se vietiin vielä tietokoneella kaupungin karttapohjaan, johon hahmottui hyvin nopeasti lopullinen suunniteltu reitti.

### 5.3 Kaivannot

Kaivannossa kulkevan putken ulkohalkaisija on 400 mm, joten ohjeissa määritetty kaivannon syvyys on 1 m:n, leveys 0,8 m:ä eli peittoa putkelle tulisi noin 0,5 m:ä, jos arina on 100 mm:ä. Alueilla, missä on raskasta liikennettä, 400 mm:n täyttö mitataan putken yläpinnasta päällysteen alapintaan, peittosyvyys normaali tilanteissa tulee olla enemmän kuin 400 mm:ä.

Kohteessa kohdattiin useita erilaisia maakerroksia, pintoja ja esteitä. Aluksi liikutettiin KAVO:n yhdellä parkkipaikalla, jonka alla tiedettiin kulkevan suurjännite kaapeleita. Niitä löydettiin näyttämällä (liite 4) kaksi kappaletta tehtaan parkkipaikalta. Toinen kaapeli päästiin ylittämällä helposti ja pysymällä vielä alku- ja lopputäyttöjen vaatimissa täyttöpaksuuksissa.

Toisen kaapelin kohdalla tuli haasteeksi vaadittaviin kerrospaksuuksiin pääseminen, sillä kaapelin suojakouru oli korkeammalla kuin muun kaivannon pohja. Arinan, KL-putken ja täyttöjen jälkeen ei ollut mahdollista ylittää kaapelisuoja maa-täyttöjen sallituissa rajoissa eli 400 mm:ä, joten päätimme ottaa avuksi paksun teräslevyn (4,2 m x 2,1 m x 20 mm), joka toisi kantavuutta lisää pienimmille kerrospaksuuksille. Tien alitukseen oli sopimuksessa määritetty käytettäväksi suojaputkea ja tässä tapauksessa se oli 6 m:ä pitkä teräsputki. (kuva 8.) Teräslevyn kohta sattuihin vielä sopivasti tien alulle, joten tien alitukseen suunniteltu teräsputki sai jatkoa ja toi lisää kantavuutta tiealueelle.



*KUVA 8. Putsarintien alitus-suojaputki*

Tien alituksen jälkeen aloitettiin seuraamaan Putsarintien pengertä (kuva 9), jossa pystyttiin kulkemaan melko suoralla linjalla, muutamia korkeuseroja ja niiden korjauksia lukuun ottamatta. Kaivannosta löydettiin usein vanhoja sähkökaapeleita, jotka eivät olleet enää käytössä. Myös muitakin yllätyksiä sattui kohdalle, mm. jotain unohdettuja johtoja, metallijätettä ja kumisaappaan pohja. Sain käsityksen, että tien penger on ollut aikoinaan jonkinlainen maidenlajittelupaikka. Kuitenkaan suurempia ongelmia tällä pidemmällä välillä ei tullut, vaan kaivannon eteneminen oli ripeää ja tässä vaiheessa odoteltiin sitten aina putkia taikka hitsaajia.





*KUVA 9. Kaivanto KAVO:lle päin*

Seuraavaksi kohdalle tuli suurjännitepylväät, joiden välistä sovittiin hyvin ilman ongelmia. Fingridin omistamien pylväiden alla työskennellessä on Fingridiltä tul-  
lut ohjeet (liite 3), joita tulee noudattaa, ohjeet sähköpylvään läheisyydessä  
työskentelylle ja työkoneiden varoetäisyyksiin. Pylväiden ohituksen jälkeen tuli  
eteen verkkoaita, jota purettiin vähän matkaa, ja aidan jälkeen lisätöinä raken-  
nettava ojan ylitys. (Kuva 10 ja 11.)

Ojan ylitykseen oli tarkoitus käyttää suojaputkea (12 m), joka tuettiin vielä kaivan-  
non reunojen puolelta vanhoilla betonikouruilla (pituus 4 m) (kuva 11).

Maanpinta oli kuitenkin tehdasalueen puolelta korkeammalla kuin vastapuolella  
jätevedenpuhdistamoa, joten loivennus täytyi aloittaa kaivannolle jo aikaisemmin



ennen suurjännitetolppia, jotta isoilta korkeuseron luomilta taivutuksilta välttyttiin (kuva 10).

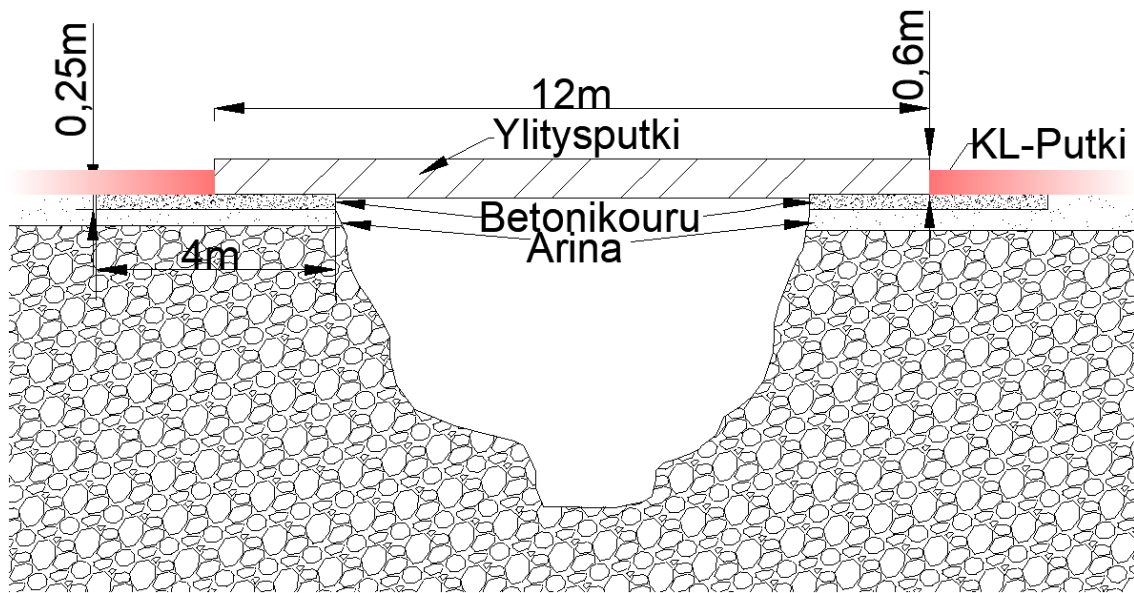
Suunnittelin ylityksen (kuva 12) AutoCad ohjelmalla ja vein sen kaivinkoneenkuljettajalle malliksi. Betonikourut tuovat kantavuutta ylitykseen ja väliin laitetaan hiekkapeti, jonka päälle 12 m:ä pitkä ylityspotki laskettiin, elementti sisällä valmiiksi asennettuna (kuva 11). Kohta ylityspaikka olikin jo valmiina ja voitiin jatkaa eteenpäin kohti viimeistä metsäaluetta ennen jätevedenpuhdistamoa. Metsässä ei tarvinnut raivata puita ollenkaan, sillä KL-putki saatiin kätevästi vietyä metsäautotien vieressä kulkevassa ojan penkereessä kulkevassa kaivannossa. Matkalle sattui yksi suurempi kivenlohkare, joka jouduttiin poistamaan piikkaamalla reitiltä. Jätevedenpuhdistamolla jouduttiin ylittämään parkkialue, jossa muutamia haasteita lukuun ottamatta päästiin kätevästi kohti sisäänvientä seinästä sisään lämmönjakohuoneeseen.



KUVA 10. Ojanylityskaivanto Renforsinrantaan päin, suurjännitetolpat taustalla



*KUVA 11. Ojan ylitys jätevedenpuhdistamoon päin*



KUVA 12. Suunnitelma ojan ylitykselle

#### 5.4 Arina

Arina on kaivannon pohjalle tehtävä peti, joka erottaa putken ja kaivannon pohjan toisistaan. Arinan tarkoituksena on toimia pehmentävänä ja liukuvana kerroksena kaukolämpöputken lämpöliikkeelle, sillä se sisältää vain pienirakenteista maa-ainesta (0–20) eikä aiheuta lämpöliikkeen kanssa putkelle vahinkoa. Isot lohkareet ja kivet on otettava arinasta ja kaivannon reunoilta pois. Ajan saatossa ne saattaisivat vaurioittaa suojakuorta ja täten hitaasti lisäävän korroosion riskiä virtausputkelle, aiheuttaen myöhemmin vuotoja ja jopa vaarallisia tilanteita. (liite 2, s. 7.)

#### 5.5 Putken asennus ja liittäminen

Putkielementit lasketaan hitsaajille valmiiksi arinan päälle, jonka oli tehnyt maanrakennusurakoitsija. Kaivannon syvyys ei ole niin suuri, että sortumavaaraa syntyisi, joten minkäänlaisia tukiseinämiä ei tarvitse tehdä. Kaivannon seinämäkaltevuus valitaan maalajin mukaan 1:1–5:1 väliltä. Tällä kertaa päädyttiin 5:1 kaltevuuteen. Arinan päällä oli aluspuut, joilla putki nostettiin kaivannon pohjasta ilmaan. Tämä helpotti hitsaajien työtä ja lisäsi työtilaa hitsaustöiden ajaksi. Hitsarit kuitenkin nostavat vielä omilla putken pidikkeillä elementin päät samalle korkeudelle ennen hitsaamista (kuva 13.).



On tärkeää muistaa ennen hitsauksen aloittamista asentaa holkit (SWJ-sähköhitsausjatkoshokit) paikoilleen, sillä hitsauksen jälkeen niitä on vaikea saada enää paikoilleen. Tilaaja antoi aloituskokouksessa valtuudet myöntää omille asentajille tulityöluvat, noudattaen urakoitsijan omaa tulityösuunnitelmaa. KAVO:n läheisyydessä työskennellessä tuli kuitenkin tiukemmat säädökset tulityövahteihin liittyen, joten hitsaajalla täytyi olla tulityövahti mukana tehdasalueella työskennellessä. (Liite 2, s. 11, 12.)



KUVA 13. Hitsaajien putkipidikkeet KAVO:n pihassa

## 5.6 Venttiilit

Tässä kohteessa käytettiin kaksiputkisia yhdistelmäventtiilejä (2P IV SV IV), jotka sisältävät ilmausventtiilit ja sulkuventtiilit putkelle. Venttiilielementtejä tuli yhteensä matkan varrelle kolme kappaletta. Jokaisen venttiilin kohdalla suoritetaan aikaisemmin rakennetulle linjanosalle koeponnistus, esilämmitys, eristys ja GPS-mittaus. Kuvassa 14 näkyy kiertolenkki, jolla vesi kierretään tuloputkesta myös paluuputkeen. Koska pituutta tuli putkelle 1,2 km:ä, oli venttiileitä suunniteltu matkalla käytettävän. Näin saataisiin mahdollisille tulevaisuuden kohteille alueella helpommat asennusolosuhteet, koska verkkoa saataisiin suljettua pienemmissä osissa liitostöiden aikana, eikä koko 1,2 km:n pituista linjaa tarvitsisi tyhjentää kaukolämpövedestä. Mahdolliset vuodot on helpompi havaita ja korjata, kun pitkä

linja on jaoteltu pienempiin osiin. Kohde olisi voitu rakentaa myös ilman venttiilejä, tulppaamalla putkien päät, rakentamalla väliaikainen kierto ja ilmaukset. Kuvan 14 oikealla olevassa putkessa nähdään valmis SWJ-liitos (sähköhitsausholkiliitos). (Liite 2, s. 13.)



*KUVA 14. Yhdistelmäventtiili kiertolenkillä, oikealla putkessa näkyy valmis SWJ-liitos vaahdotettuna*

## **5.7 Röntgenkuvaus**

Röntgenkuvaus oli tilaajan vaatimuksissa ja se kuului urakoitsijan huolehdittavaksi. Jokaisella hitsaajalla täytyy olla enintään puoli vuotta vanhat todistukset hänen hitsaamastaan saumasta, tai kuvat otetaan työmaalla.

Saumoja (kuva 15) tuli tällä kertaa kuvattavaksi neljä kappaletta, kaksi jokaiselta hitsarilta. Kolmannella hitsarilla oli voimassa olevat todistukset aikaisemmista kuvista. Röntgenkuvauksella varmistetaan hitsaajan ammattitaitoinen osaaminen ja varmistetaan liitoksien saumojen vahvuudet. Kuvauksella nähdään pintaan aukeavia viiltoja, liitosvirheitä, kuonaa, huokosia, halkeamia tai hitsauksen aloituksessa tai lopetuksessa ilmeneviä virheitä kuten imuontelot (10.) (Liite 2, s. 12.)

"Hitsaajilla on myös oltava SFS – EN 287 – 1 mukainen voimassa oleva putkihitsauksen pätevyystodistus." (Liite 2, s. 12) "Urakkaan kuuluu hitsaussaumojen tarkistuskuvaus. Hitsaussaumoista kuvataan 5 %." (Liite 2, s. 12.)



*KUVA 15. Hitsaussauma Mpuk/2011 DN 2x100*



## 5.8 Koeponnistus ja esilämmitys

Kuvassa 16 on käynnissä koeponnistus. Kaukolämpöverkko suljetaan venttiilein omaksi verkoksi muista verkoista, tämän jälkeen lisätään kylmä vesi putkiin ja pumpataan paine. Yhdistelmäventtiili elementissä on kiinni painemittari ja kierto- lenkki paineen tasauksen vuoksi. Painetta laitetaan verkkoon n. 20,8 baria (1,3 x 16 baria, 16 baria on verkon suunniteltu paine) ja paineen annetaan olla verkossa vähintään tunnin ajan. Tämän jälkeen varmistetaan, että paine ei ole muuttunut putkessa. (Kuva 16.) Jos paine ei ole pudonnut, käydään läpi kaikki hitsatut saumat paineistetussa verkossa silmämääräisesti sekä käsin etsien mahdollisia vuotoja. Jos vuotoja ei löydy, voidaan todeta, että hitsaukset pitävät. (Liite 2, s. 14, 16.)

Seuraavaksi vuorossa on esilämmitys, jolla putkisto laajennetaan verkoston toiminnan aikaiseen pituuteen. Esilämmitykseen voidaan käyttää jo koeponnistuksessa ollutta vettä, joka kierretään verkkoon tai lasketaan vesi maahan ja päästetään kaukolämpövesi liitosventtiilin kautta putkeen. Yleensä kuitenkin koeponnistuksessa käytetty vesi lasketaan maahan, samalla huuhdellen putkiin jääneet mahdolliset epäpuhtaudet, mm. hitsaushilseet ja kuona-aineet. Kun elementissä oleva kuuma vesi lämmittää teräsputkea, putki laajenee pituus suunnassa lopulliseen mittaansa, jonka jälkeen putkien saumoihin voidaan aloittaa eristystyöt. (11.)



KUVA 16. Painemittari yhdistelmäventtiilissä

## 5.9 Saumat ja muhvien vaahdotus

Kuvassa 17 näkyy valmis kulma, joka ei ole tehdaselementti vaan paikalla valmistettu kulma. Liitostyö tehdään kutistenauhalla, joka lämmitetään liekillä. Näin kutistenauha hitsaantuu muovisuojakuoreen. Kuvassa näkyvien korkkien kohdille oli porattu reiät, joihin lasketaan isosyanaatti- ja polyoliseos. Tämä valmistelea kulmapalasan tiiviiksi kokonaisuudeksi. (Liite 2, s.16)

Vaahtopakkaukset ovat helppo eristystapa, jossa kaksikomponenttinen neste muodostaa sekoittamisen ja liitoksen täyttämisen jälkeen tehokkaan lämpöeristeen. Liitoksella on tämän jälkeen samat ominaisuudet kuin varsinaisella putkielementilläkin. Lopuksi ns. ilmauskorkit laitetaan päälle ja annetaan seoksen kuivua, kunnes vaihdetaan kuvassa näkyvät lopulliset korkit. (12.) (Kuva 17.)

On olemassa myös valmiita kulmia, jotka tilataan suoraan tehtaalta. Liitoksiin ei lämmitetä kutistenauhaa, vaan kulman molempiin päihin asennetaan holkit. Yleisiä valmiita tehdaskulmia ovat 90°, 75°, 60°, 45°, 30° ja 15°. Holkin ja putken väliin laitetaan SWJ-renkaat, jotka sähköhitsataan paikalleen. Vaahtopakkauksen avulla sähköhitsattu SWJ-rengas tiivistyy tiukasti putken ja holkin väliin. Tällainen liitos näkyy kuvan 17 oikeassa yläreunassa. Pääpiirteiltään kuitenkin liitos on samanlainen, sillä eristeenä toimii isosyanaatti-polyoliseos.





*KUVA 17. Valmis kulma ja lopulliset korkit*

### **5.10 GPS-mittaus**

Nykyään on tärkeää dokumentoida uudet kuin myös olemassa olevat kaukolämpöverkot, jotta tulevaisuudessa on helpompi taata varma ja toimiva kaukolämpö asiakkaille. Tässäkin kohteessa kävin mittaamassa verkon läpi Trimblen Geo 7x-kämmenmikrolla. Mittauspisteitä tuli monia, sillä on tärkeää tietää, mitä maan alta löytyy tulevaisuudessa. Mittasin verkon kolmessa osassa aina, kun oltiin koeponnistettu, esilämmitetty ja eristetty seuraavalle venttiilille asti. Jatkoin uudet

mittaukset aina aikaisempaan tiedostoon, jotta ei tulisi liian montaa tiedostoa käsitteilyyn kerrallaan tietokoneella, lopullista kuvaa hahmottaessa.

### **5.11 Putken peittäminen**

Putken peittäminen tapahtui vaihe kerrallaan. Aina kun edellinen osa linjaa oli valmis, se täytettiin aina venttiileille asti. Myös itse täyttötyö tehtiin eri osissa tai kerroksissa. (12.)

Ensiksi putkien ympärille ja päälle lasketaan varovasti 0–20 rakeella olevaa mursketta/hiekkaa, jotta putken sivut saadaan peittoon. Sivut täytyy myös täyttää eli tiivistää, mutta ei putken päältä. On oltava varmoja siitä, että täytössä ei ole kiviä mukana, sillä ne vaurioittavat ajan mittaa elementin kuoren ja ennemmin tai myöhemmin korroosio rupeaa tuhoamaan putkea. Kun putken sivut on täytetty, voidaan tehdä alkutäyttö noin 150 mm:ä hieno aineista maata putken päälle ja jälleen kerran tiivistys täryttämällä. (12.)

Alkutäytön jälkeen lisättiin merkkinauha. Kaukolämmön tunnusvärinä on violetti. Nauha kiertää koko linjan ajan samalla korkeudella. (12.)

Lopuksi suoritetaan lopputäyttö maanpintaan asti >250 mm:ä, eli voidaan käyttää vaikkapa kaivuumaata, jos liikutaan nurmialueella, tai tiellä voidaan laittaa täytön jälkeen jo haluttu pintaratkaisu. (12.) (Liite 2, s. 7)

### **5.12 Putken sisäänvienti**

Putki tuotiin sisälle kolmea kulmaa käyttäen, yksi oli tehty paikan päällä osista ja loput kaksi valmiita 90°:n pystykulmia, suoraan tehtaalta tilattuja (kuva18). Tämän jälkeen putki käännetään sisälle, hitsataan kiinni sulkuventtiilit ja asennetaan kiertolenkki (kuva 19). Kun viimeisen linjan osan koeponnistus, esilämmitys ja eristäminen on tehty, jätetään kiertolenkki paikalleen, jotta verkko pysyy lämpimänä, eikä verkon kutistumista tapahdu. Kun asiakkaan omat laitteistot ovat valmiina kaukolämpöön liittämiseen, voidaan hänet liittää verkkoon.



*KUVA 18. Sisäänvienti Jätevedenpuhdistamolle*



*KUVA 19. Viimeinen kiertolenkki jätevedenpuhdistamon sisältä*

## 6 HAASTEET JA ONGELMAT

Jätevedenpuhdistamon pihassa reitille sattui muutamakin haaste, joita ei aikaisemmin oltu huomattu tai osattu varautua. Ensimmäisenä huomasimme sadevesikaivosta lähtevän betonisen sadevesiputken ja sen sisällä kulkevan uuden muovisen sadevesiputken. Ne osuivat suoraan kaivannon suunnitellulle reitille.

Päätimme rikkoa vanhan betonisen sadevesiviemäriputken ja syventää kaivantoa, jotta muovinen sadevesiputki päästäisiin alittamaan. Kohdalle sattui vielä yksi muovinen sadevesiputki, jonka alitimme samalla tavalla kuin ensimmäisen, KL-putki tuli hieman syvempään kaivantoon muutoksien jälkeen, mutta tällä ei ole mitään vaikutusta lopputulokseen. (Kuva 20.)





*KUVA 20. Pihan ongelmakohdat*

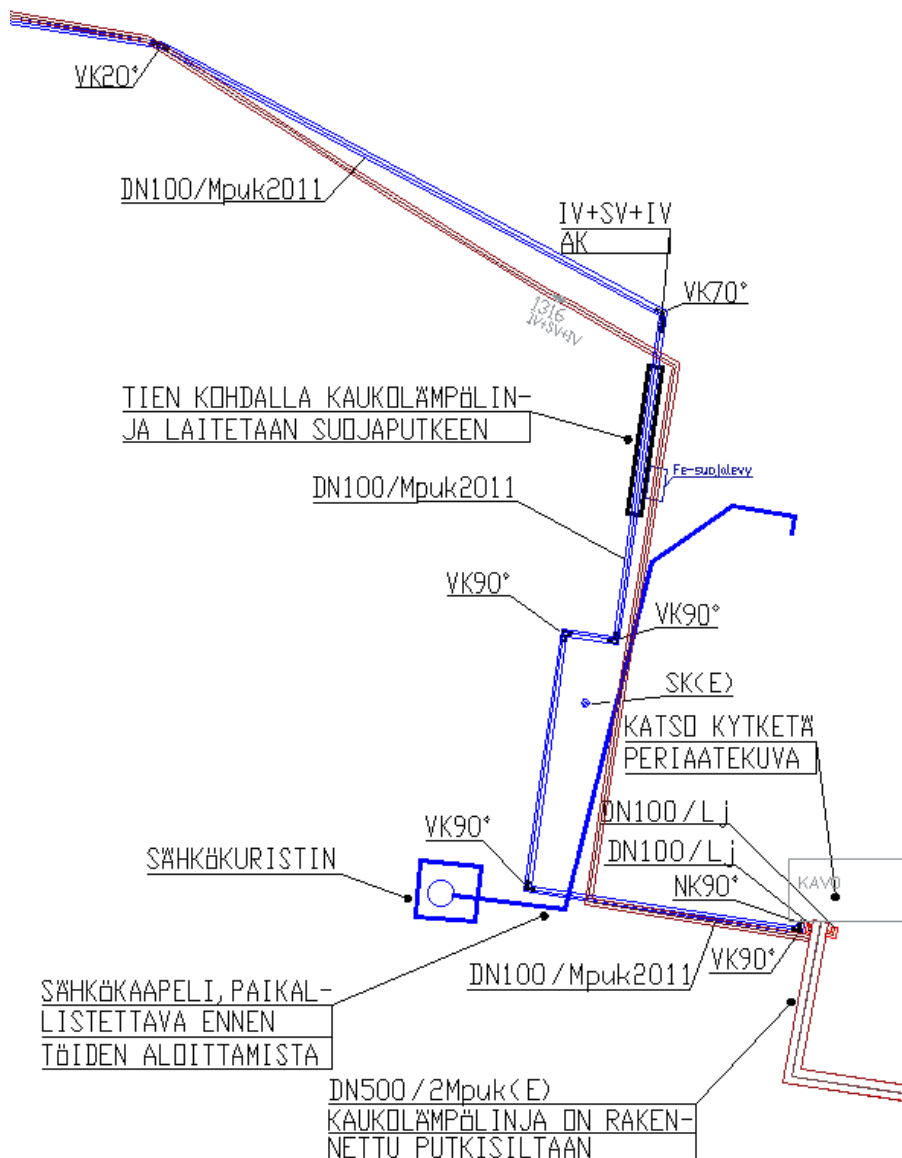
Toinen ongelma jätevedenpuhdistamolla oli, että kemikaalikuorma oli tulossa seuralla viikolla, mutta koska piha oli puoliksi avattu, ei yhdistelmä-autot mahtuneet kääntymään pihassa. Siksi oli rakennettava suojaputki kaukolämmölle 6 metrin teräsputkesta ja tämän jälkeen lisättävä maakerrokset päälle (kuva 21), jotta saataisiin nopeasti kääntö mahdollisuus saapuvalla yhdistelmälle. KL-putken saumat saatiin vielä sopivasti aseteltua niin, että ne eivät joutuneet peittoon vaan ne saatiin hitsattua jälkeinpäin sopivasti, ilman suurempia ongelmia. Kemi-kaalirekkakin sopi hyvin kääntymään pihassa ilman ongelmia.



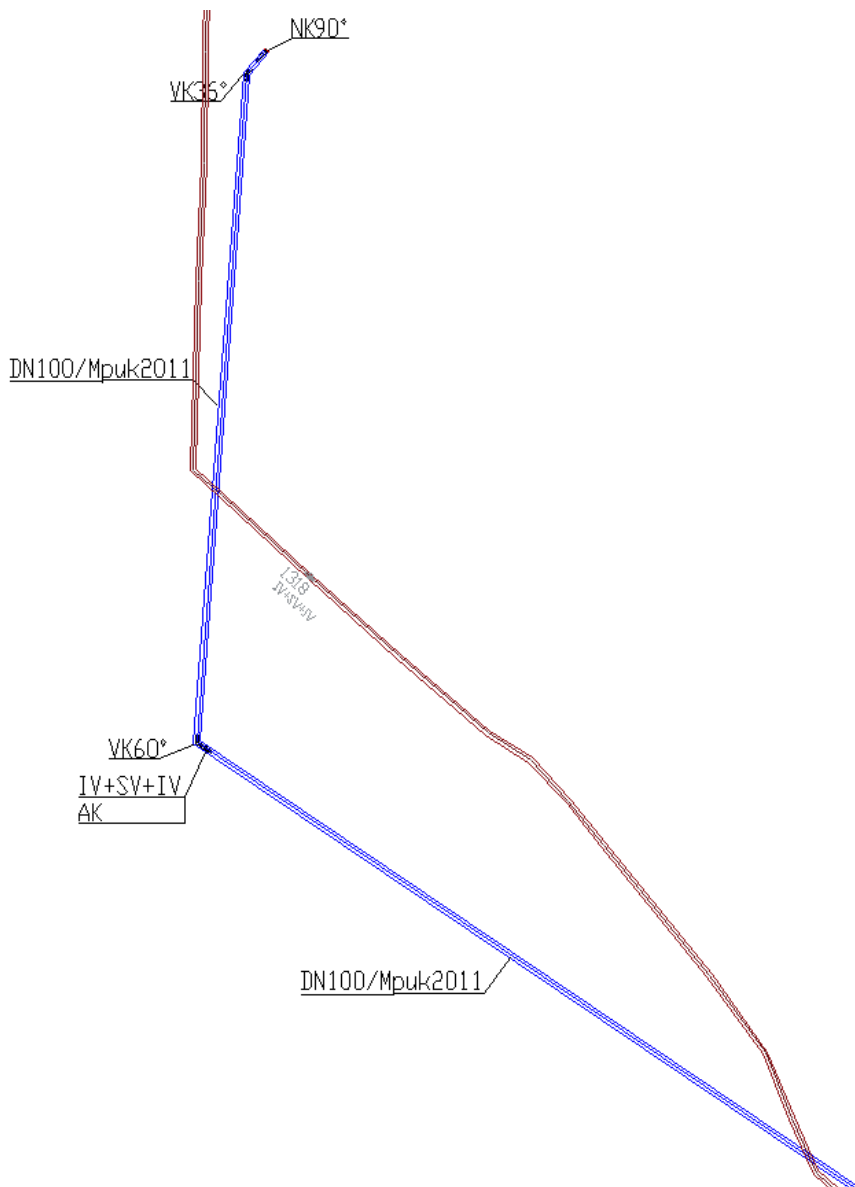
*KUVA 21. Pihan väliaikainen tie*

## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä vertaillaan alkuperäistä suunnitelmaa KAVO:n pihassa, joka voidaan nähdä kuvasta (kuva 22) sinisellä viivalla ja jälkeinpäin putken päältä mitattu linja punaisella viivalla. Sähkökuristimesta lähtevät johdot eivät tässä kuvassa näy oikeilla paikoilla, vaan ne menevät suunnilleen suojalevyn alla. Kuvasta voidaan huomata, että alkuperäinen suunnitelma yksinkertaistui huomattavasti lopullisessa versiossa. Tämä ratkaisu tuli halvemmaksi, sillä pituus, elementtien ja kulmaelementtien määrä väheni.



KUVA 22. Alkuperäinen suunnitelma ja lopullinen KL-linja KAVO:n pihassa

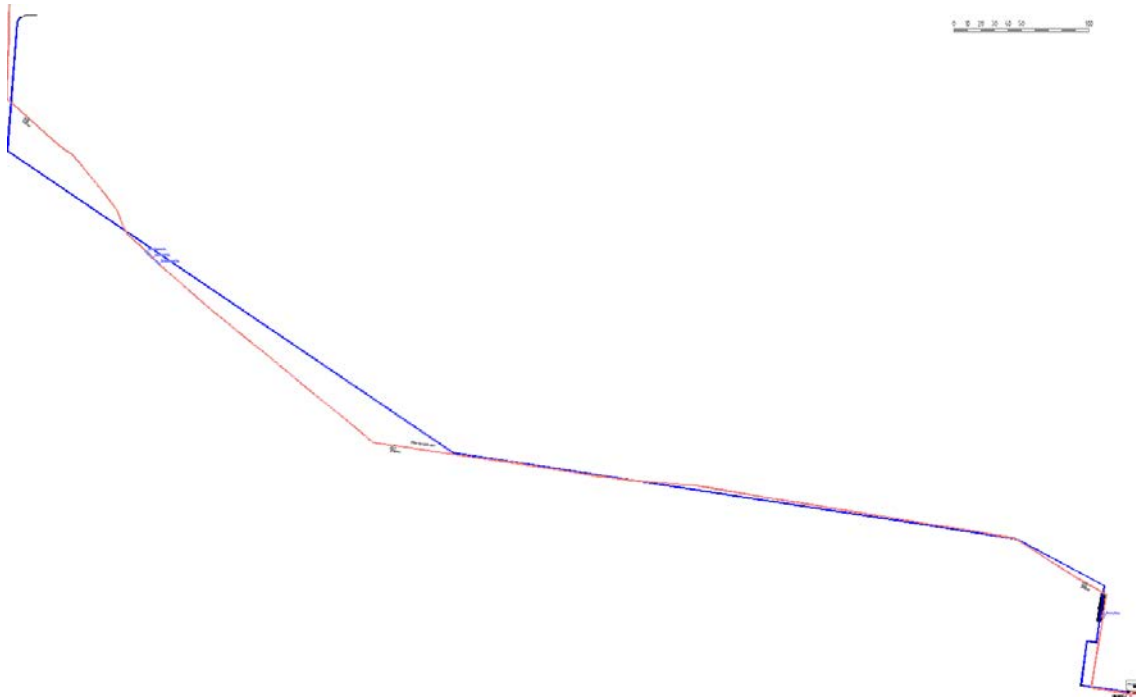


*KUVA 23. Jätevedenpuhdistamon puolen suunnitelmien vertailu*

Kuvassa 24 voidaan huomata, koko linjassa tulleet muutokset, jotka ovat aika suuria vaikkakin pääpiirteittäin ne ovat samoja. Muutoksia reitille tuli useita, osa oli pelkästään paikan päällä huomattujen esteiden takia tehtyjä muutoksia, tai maaperässä olevien korkeuserojen huomioon ottamisen vuoksi. Lopullinen suunnitelma käytti vähemmän tehdasvalmisteisia kulmia.

Ensimmäiset raivaukset tehtiin vasta kun rakennettu linja oli käyty mittaamassa maastoon. Alkuperäinen suunnitelma toimi vain kartalla, antaakseen tarjousvaiheessa mahdollisuudet kustannuslaskentaan urakoitsijoille ja antaen jonkinlaisen kuvan työmaan laajuudesta ja vaativuudesta.





*KUVA 24. Koko linjan muutokset. Sinisellä väritetty linja on alkuperäinen suunnitelma ja punaisella väritetty linja rakennettu putki*

Kuvassa 25, 26 ja 27 voidaan nähdä lopputulos, ammattimainen jälki takaa asiakkaalle hyvän mielen, joka kerta kun hän kävelee putkien läheisyydessä, putki kestää päivänvalon. Putken alkupäässä, eli KAVO:n puolen putkessa tehdään vielä alumiinipellistä pintakuori, jotta lähtevä DN100/Mpuk-kaukolämpöputki vastaa DN500/2Mpuk ulkonäköä ja Armaflex eriste suojaa elementtiä myös UV säteilyiltä.

Sisäänviennissä (kuva 25) voidaan nähdä myös etäluettava mittalaite, jolla mitataan jätevedenpuhdistamoon menevän- ja palaavan veden lämpötila, lämpöenergia ja virtausnopeus. Samassa kuvassa näkyy myös paluupuoleen kytketty lianerotin eli mutapussi. Meno- ja paluuputkessa löytyy kummastakin kahdet sulkuventtiilit, toiset ovat lämmöntoimittajan eli Loisteen ja toiset asiakkaan omat.



KUVA 25. Jätevedenpuhdistamon sisäänvienti sisäpuolelta valmiina



KUVA 26. Jätevedenpuhdistamo sisäänvienti ulkopuolelta valmiina

Kuvassa 27 nähdään putken ympärillä alumiiniset putkenosat, niiden sisällä sijaitsee etäluettavat virtausmittarit, KAVO:n päädyn ja jätevedenpuhdistamon mitareiden tietoja voidaan verrata ja tietoja vertaamalla voidaan seurata lämpöhäviötä, energian kulutusta yms.



*KUVA 27. KAVO:n DN500/2Mpuk putkilinja ja DN100/Mpuk2011 lähes valmiina ilman alumiinisuojapectiä*

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää lukijalle, kuinka Kajaanin kaukolämmön toiminta on kehittynyt vuosien saatossa ja miten se nykyään toimii Loiste Lämmön aikana.

Suurin painotus opinnäytetyössä on kuitenkin valvonnan ja rakennuttamisen puolella. Työssä kerrotaan hyvin monenlaisia tapoja, joilla varmistetaan kaukolämpöputkelle pitkä toiminta-aika. Sen takia että, tulevaisuudessa ei olisi ongelmia lämmönsiirrossa rakentamisessa sattuneiden virheiden takia, eikä varsinkaan valvonnan puutteellisuuden takia.

Laadukas rakentaminen ja rakennusvalvonta takaavat halutun lopputuloksen monessa rakentamiseen liittyvässä vaiheessa. Pitkä elinikä kaukolämpöputkelle saadaan aikaan, kun jokainen vaadittava rakentamisen vaihe suoritetaan virheettömästi ohjeita, säädöksiä ja oikeita rakentamistapoja noudattamalla.

Uskon, että tässä opinnäytetyössä käytävä kaukolämpölinja kestää pitkään yli putkelle luvattun iän.

## LÄHTEET

1. Marttinen, Eero 1992. Kajaanin energialaitoksen juhlapainos 1911-1991.
2. Möttönen, Asser. Verkkopäällikkö, Loiste Lämpö Oy. Kaukolämmön kokonaispituuden- ja rakentamisen bruttopituus Kajaanissa.
3. Saviniemi, Marko 2017-2018. Myyntipäällikkö, Loiste Lämpö Oy. Haastattelut.
4. Voimalan toiminta ja historia. Saatavissa: <http://voimaa.kainuunvoima.fi/> Hakupäivä 07.02.2018
5. Hirvonen, Arto 2017-2018. Laitospäällikkö, Loiste Lämpö Oy. Haastattelut.
6. Jätevedenpuhdistamon perustaminen ja toiminta. Kajaanin vesi. Saatavissa: <http://www.kajaani.fi/fi/kajaaninvesi/asiakkaalle> Hakupäivä 15.03.2018
7. Kaukolämmön määritelmä. Tilastokeskus. Saatavissa: <http://www.stat.fi/meta/kas/kl.html> Hakupäivä 08.3.2018
8. Koskelainen, Lasse – Saarela, Lauri - Sipilä, Kari. 2006 Kaukolämmön käsikirja, energiateollisuus ry, Helsinki
9. Kaukolämmön perusteet. Saatavissa: <https://energia.fi> Hakupäivä 09.03.2018
10. Möttönen, Asser. Verkkopäällikkö, Loiste Lämpö Oy. Urakkatarjouspyyntö 2017 verkonrakentamisen kohteet 1-4.

11. Möttönen, Asser 2017-2018. Verkkopäällikkö, Loiste Lämpö Oy. Haastattelut.

12. LOGSTOR Finland Oy, 2015, Kaukolämpö käsikirja.

**KAUKOLÄMMÖN PERUS- JA ENERGIAMAKSU 1.1.2015 alkaen****Perusmaksu**

Asiakas maksaa tilaamastaan lämpötehosta (P) vuosittaisen perusmaksun, joka määräytyy seuraavasti:

<b>Tilausteho P</b>	<b>Perusmaksu</b>
<b>(kW)</b>	<b>(€/v)</b>
alle 10	527,00
10 – 40	$50,20 \times P + 25$
40 – 100	$41,70 \times P + 365$
100 – 400	$30,10 \times P + 1\,525$
400 – 1000	$24,85 \times P + 3\,625$
1000 – 4000	$19,51 \times P + 8\,965$
yli 4000	$15,63 \times P + 24\,485$

<b>Energiamaksu</b>	<b>(€/MWh)</b>
tammikuu	74,00
helmikuu	74,00
maaliskuu	52,00
huhtikuu	52,00
toukokuu	52,00
kesäkuu	52,00
heinäkuu	52,00
elokuu	52,00
syyskuu	52,00
lokakuu	52,00
marraskuu	52,00
joulukuu	74,00

Perusmaksu laskutetaan kuukausittain tasaerissä. Energiamaksu laskutetaan kuukausittain käyttöpaikan mitatun kulutuksen mukaan.

Maksut sisältävät arvonlisäveron 24 %. Mikäli valtiovalta tai muu viranomainen muuttaa veroja tai maksuja, ne lisätään lämpömaksuihin vaikutuksensa mukaisina.



## URAKKAOHJE

- a) Yleiset määräykset
1. Urakoitsija sitoutuu työn suorituksessa noudattamaan urakka- ja työohjeen määräysten lisäksi myös Kajaanin kaupungin viranomaisten ja julkisten laitosten määräyksiä sekä noudattamaan Kajaanin kaupungin rakennusjärjestyksen ja poliisijärjestyksen tämänlaatuisia töitä koskevia määräyksiä.
  2. Urakoitsijan on huolehdittava kaikista työn vaatimista ilmoituksista viranomaisille. Maanrakennus urakoitsija tekee liikenteenohjaussuunnitelman ja hakee Kajaanin kaupungilta lupaa kadun aukaisulle. Kaupungilla yhteyshenkilö on Pekka Kolehmainen puh. 044-710 0651. Maanrakennusurakoitsija ilmoittaa, kun työ aloitetaan ja kun työ on saatu valmiiksi Kajaanin kaupungille. Yhteyshenkilö Pekka Kolehmainen puh. 044-710 0651. Kadun aukipitomaksu osoitetaan Loiste Lämpö Oy:lle.
  3. Työt on tehtävä urakkasopimuksen, urakka- ja työohjeen ja piirustusten mukaisesti ensiluokkaisesti, hyvistä aineista ja hyviksi tunnettuja työtapoja noudattaen täysin käyttökuntoon, vaikka jokin yksityiskohta ei olisikaan urakka- ja työohjeessa tai piirustuksissa mainittu.
  4. Lämpöjohtotyö jaetaan osaurakoiksi seuraavasti: rakennustekniset työt, putkiasennustyöt.
  5. Urakoitsijan työosuuksien suoritusjärjestys määräytyy työn suorittamisen teknisten näkökohtien mukaan ja töiden joutuisuuden vuoksi on kunkin urakoitsijan itsenäisesti huolehdittava työosuutensa viivyttämättömästä suorittamisesta.
  6. Lämpöjohtotyö on jaettu eri työkohteiksi, joiden hankintarajat on merkitty asema-, kaivo- ja talo-johtojen erikoispiirustuksiin. Työkohteet on lähemmin lueteltu tarjouspyyntökirjeen yhteydessä.
  7. Kunkin urakoitsijan hankintaan kuuluu kaikki työssä tarvittavat aputyöt, kuljetukset yms. sekä sähkön ja veden hankkiminen. Urakoitsijat hankkivat myös kaikki tarvitsemansa varasto- ja työmaa-alueet, työkalut, työmaakojut, -vajat, varastosuojat ym.
  8. Kukin urakoitsija huolehtii urakkaansa kuuluvista materiaaleista jääneiden jätteiden poistamisesta työmaalta työn edistymisen mukaan. Saneeraus kohteissa, joissa on vanha kaukolämpö-elementti, vanha elementti korvataan uudella ja vanhat elementit poistetaan. Putkiurakkaan kuuluu katkoa elementit kuljetus mittoihin ja maanrakennusurakkaan kuuluu purettujen elementtien pois kuljetus kaatopaikalle tai Loiste Lämpö Oy:n osoittamaan paikkaan.
  9. Urakoitsijan on huolehdittava järjestyksestä työpaikalla niin, etteivät heidän työkalunsa, raaka-aineensa jne. häiritse liikennettä.
  10. Kaukolämpökaivantoa tehtäessä on kiinnitettävä huomiota alueella oleviin sähkö-, puhelin- ja muihin kaapeleihin ja laitteisiin sekä rakennelmiin.



b) Alistus ja valvonta

1. Rakennuttajana toimii Loiste Lämpö Oy. Pää toteuttajana rakennuskohteessa toimii maanrakennusurakoitsija (MRu). Putkiurakoitsija (Pu) ollessa yksin työ toteuttajana, niin urakoitsija on kyseisessä tapauksessa pää toteuttaja (YSE 1998 4§ Työmaan johtovelvollisuudet). Kukin urakoitsija antaa työvaiheilmoituksen yhteydessä työturvallisuusilmoituksen.
2. Vaikka työt on alistettu rakennuttajan valvontaan, niin tämä valvonta ei vapauta urakoitsijaa täydestä vastuusta joka suhteessa.
3. Urakka voidaan antaa joko kokonaisurakkana yhdelle urakoitsijalle, esim. rakennusurakoitsijalle, joka vastaa pääurakoitsijana rakennuttajalle urakkasopimusten täyttämisestä ja sopimuksen mukaisesta valmistumisesta, tai jaettuna eri urakoiksi, jolloin kukin urakoitsija vastaa osuudestaan suoraan rakennuttajalle.
4. Rakennuttaja suorittaa maksut suoraan kullekin urakoitsijalle.
5. Rakennuttajalla, Kajaanin kaupungin virastoilla ja puhelinlaitoksella on oikeus suorittaa itse tai teettää muilla lämpökanavatyön yhteydessä sähkö- ja puhelinkaapelien, viemäri- ja vesijohtojen tms. uusimis- ja peruskorjauksia.
6. Urakoitsijalla edellytetään olevan voimassa oleva vastuuvakuutus.

c) Mittaukset

1. Korkeus- ym. Mittaukset on tehtävä erityisen huolellisesti. Mittauksissa tarvittavat kiintopistelukemat ja muut tarvittavat perustiedot antaa kaupungin teknisen palvelukeskuksen maa- ja mitausvastuualue.
2. Maksusuorituksia varten tarpeelliset mittaukset suorittaa rakennuttaja yhdessä ko. urakoitsijan edustajan kanssa. Mittaustulokset merkitään työn vastaanottopöytäkirjaan.
3. Urakoitsijan on ennen kaivannon peittämistä tilattava Loiste Lämpö Oy:tä linjan mittaus. Mittauksesta aiheutuvat kustannukset maksaa Loiste Lämpö Oy.

d) Materiaalin luovutus ja palautus

1. Kaikki materiaali, jonka rakennuttaja hankkii, luovutetaan urakoitsijalle kuittausta vastaan rakennuttajan varastosta sellaisena kuin se siellä on. Luovutettu materiaali jää rakennuttajan omaisuudeksi. Urakoitsijalla on täysi vastuu vastaanottamastaan materiaalista. Urakoitsija on velvollinen tarkastamaan materiaalin kunnon. Viallisia tai alikuntoisia tarvikkeita ei saa asentaa paikoilleen ja niistä on ensi tilassa ilmoitettava rakennuttajalle.
2. Rakennuttajan varastosta luovutetaan materiaali vain Loiste Lämmön työnjohdon kirjoittamalla tai hyväksymällä varastomääräyksellä. Urakoitsija on velvollinen tarkistamaan, että varastosta luovutettu tavaramäärä on sama kuin varastomääräykseen merkitty. Ao. korjaukset on tehtävä heti, muuten katsotaan varastomääräykseen merkityt tavaramäärät saaduiksi. Urakoitsijan on materiaalitilasta tehdessään ilmoitettava tarkasti mihin työkohteeseen materiaali tulee.
3. Jos urakoitsija joutuu varastoimaan rakennuttajan materiaalia omiin varastoihinsa, on nämä pidettävä lukittuna.

4. Työn päätyttyä palautetaan kustakin työkohteesta käyttämätön ja vahingoittumaton materiaali rakennuttajan varastoon. Jos urakoitsija voi käyttää palautettavaa materiaalia toisessa eri työnumerolla olevassa työkohteessa, on urakoitsijan tehtävä siirrettävästä materiaalista kirjallinen ilmoitus rakennuttajan varastoon.
- e) Työn tarkastus, vastaanotto ja takuu
1. Kunkin urakoitsijan on tarkastutettava suorittamansa työ rakennuttajalle heti sen valmistuttua. Tarkastuksen jälkeen rakennuttaja antaa luvan seuraavan työvaiheen työnsuorituksen aloittamiseen. Työt vastaanotetaan yhtäjaksoisina johto-osina, joiden tulee olla vastaanotettaessa täysin valmiita käyttöön otettavaksi.
  2. Urakoitsijan on esitettävä työnluovutustilaisuudessa Kaisanet että Loiste Sähköverkon ja Sone-ran antama kirjallinen todistus siitä, että kohteessa esiintyvät puhelin- ja sähkökaapelit tai näiden putkistot on sijoitettu paikoilleen ao. laitoksen hyväksymällä tavalla. Tämä ei vapauta urakoitsijaa normaalista takuuajan vastuusta.
  3. Vastaanottotarkastuksesta tehdään aina rakennuttajan ja urakoitsijan edustajan allekirjoittama pöytäkirja kahtena kappaleena, yksi kummallekin osapuolelle.
  4. Rakenteiden, tarveaineiden ja työn kunnollisuudesta vaaditaan kahden (2) vuoden takuu loppu-tarkastuksesta ja hyväksymisestä lukien. Takuuajan vakuuden on oltava voimassa kolme (3) kuukautta takuuajan yli. Takuuajan vakuus määritellään tarkemmin urakkasopimuksessa, mutta periaatteena pidetään, että se on rakennusteknisissä töissä n. 5 % urakkasummasta ja putki-töissä n. 7,5 %.
  5. Urakoitsijan on vastattava rakennuttajalle ja kolmannelle henkilölle täysin kaikista niistä vahin-goista, jotka aiheutuvat hänen töistään, hänen alihankkijansa töistä, työsuorituksista tai laimin-lyönneistä yms. asennus- ja takuuajan kuluessa.
- f) Urakka- ja työohje
- Urakka- ja työohje nojaa mukana seuraaviin asennuspiirustuksiin. Ohje ja piirustukset täyden-tävät toisiaan. Mahdollisten ristiriitaisuuksien ilmetessä ratkaisee rakennuttaja, kumpaa tapaa noudatetaan.
- g) Muutokset ja lisätyöt
- Rakennuttajalla on oikeus tehdä muutoksia ja lisäyksiä urakkasopimuksen määrittelemään urakkaan.
- Muutos- ja lisätöistä sekä niiden ehdoista on sovittava kirjallisesti.
- Työssä ilmenneistä ennalta aavistamattomista vaikeuksista johtuvia lisäkuluja ei hyväksytä.
- Urakoitsija vastaa muutos- ja lisätöistä kuten muistakin urakkasopimuksen määrittelemistä töis-tä.
- h) Epäselvyydet

Urakoitsijan on huomautettava piirustuksissa tai työselityksessä mahdollisesti esiintyvistä epäselvyyksistä ennen urakkasopimuksen allekirjoittamista. Mikäli tällaista huomausta ei esitetä, katsotaan erimielisyyksien sattuessa rakennuttajan tulkinta ratkaisevaksi.

- i) Tarjoukset ja toimitusaika
  - 1. Tarjoukset on eriteltävä työkohteittain liitteenä olevan ohjelman mukaisesti. Tarjouksessa on kunkin urakoitsijan ilmoitettava työkohteen kokonaishinta.
  - 2. Hintojen tulee sisältää kaikki piirustuksissa mainitut työt ja laitteet, rahti- ja ajokustannukset, vakuutukset ym.
  - 3. Mahdollisia lisätoita ja hyvityksiä varten on urakoitsijan annettava koko rakennuskauden ajan kiinteät yksikköhinnat.
  - 4. Rakennuttaja on oikeutettu jättämään jonkun tai jotakin tarjouksen kohdista pois muiden kohtien silti muuttumatta.
  - 5. Viivästyssakkona peritään rakennusteknisten töiden osalta kultakin täydeltä viikolta 1,5 % kuitenkin enintään 10 % laskettuna viivästyneen työkohteen hinnasta ja putkitöiden osalta jokaiselta täydeltä viikolta 3 % kuitenkin enintään 20 % laskettuna viivästyneen työkohteen olevista hinnasta.
- j) Rakennusaikainen takuu ja maksusuoritukset
  - 1. Rakennusaikainen takuu määritellään lähemmin urakkasopimuksessa, mutta periaatteena pidetään, että se on rakennusteknisissä töissä n. 10 % ja putkitöissä n. 15 % urakkahinnasta. Vakuuden on oltava voimassa kolme (3) kuukautta yli vastaanottotarkastuksen.
  - 2. Urakkahinta maksetaan osamaksuina työn edistymisen mukaan. Maksamisen edellytyksenä on, että urakoitsija on asettanut työaikaisen vakuuden. Ennakkoa ei makseta.
  - 3. Urakoitsijalle ei makseta korvausta rakennuttajan hankintana kuuluvien tarvikkeiden, materiaalin, muiden urakoitsijoiden tms. toimitusten myöhästymisestä.
- k) Aikatyö

Jos jotakin työtä ei voida tehdä yksikköhintaluettelon mukaisilla hinnoilla, voidaan työ teettää aikatyönä. Tällaisesta työstä on sovittava rakennuttajan edustajan kanssa ennen ko. työn aloittamista.

### TYÖOHJE

#### RAKENNUSTEKNISET TYÖT

##### a) Töiden aloitus

Ennen töiden aloittamista urakoitsijan on huolehdittava kaikista työn vaatimista ilmoituksista ja suoritettava mm. seuraavat toimenpiteet sekä esitettävä näistä selvitys työnvalvojalle:

- sovittava kunnan vastuunalaisen viranomaisen kanssa töiden aloittamisesta, suorituksesta ja valvonnasta (kaivulupa), (Huom. a) yleiset määräykset, kohta 2.)
- hankittava ao. laitoksilta selvitykset johtoreitillä jo ennestään olevista johdoista ja tehtävä laitoksille ilmoitus työn aloittamisesta sekä työmaan vastuuhenkilöstä,
- hankittava työnaikaisen liikenteen järjestelyn edellyttämät luvat,
- pidettävä tarvittavat katselmukset johtoreitin varrella olevissa kiinteistöissä, pihhoilla, katu-, puisto- ja jalkakäytäväalueilla,
- hankittava tarvitsemansa varasto- ja työmaa-alueet.

##### b) Kaivu, louhinta ja maankuljetus

1. Ennen varsinaista kaivutyötä on kivi- ja laattapäällysteet irrotettava huolellisesti ja varastoitava työn ajaksi. Irrotustyössä vaurioituneet päällysteet on urakoitsija velvollinen korvaamaan vastaavilla päällysteillä asennustyön yhteydessä.
2. Kaivu ja mahdollinen louhinta suoritetaan ottamalla huomioon tarpeelliset työvarat, täytekeroiset ym. Kanavien maa- ja kalliokuutiot lasketaan edellä mainittujen poikkileikkausten mukaan vaikka kanava tulisi leveämmäksi maan vieremän tai liian leveän louhinnan takia. Louhinnasta maksetaan yksikköhintojen mukaan erillinen korvaus. Milloin kaivantoa joudutaan jälkikäteen syventämään, maksetaan kaivu ylimääräisen kaivun hinnalla.
3. Liikennettä varten on rakennettava tarpeelliset suojakaiteilla varustetut jalankulku- ja ajosillat sekä huolehdittava niiden kunnossapidosta koko rakennustyön ajan. Myös siltojen purkaminen kuuluu rakennusurakkaan.
4. Kaivanto on pyrittävä pitämään poikkileikkauspiirustuksen mukaisena sekä jatkuvasti vapaana vedestä, lumesta ja muusta roskasta, joka vaikeuttaa putkiasennustyötä. Kaivanto on asianmukaisesti puomitettava ja tarvittaessa sen seinät tuettava.

Kaivutyön aikana paljastuvista johdoista ja kaapeleista yms. on urakoitsijan välittömästi ilmoitettava ao. laitoksille. Kaapelikourut ja suojalaatat on huolellisesti varastoitava työn ajaksi. Johtojen siirrosta mahdollisesti aiheutuvasta työn keskeytyksestä ja työajan hukasta ei urakoitsijalle suoriteta erillistä korvausta.

5. Kanavia kaivettaessa joudutaan esiin tulevia johtoja tukemaan, suojaamaan tai siirtämään. Näiden töiden aiheuttamat kaivu- ja täyttötöyt maksetaan yksikköhintojen mukaan.

Vahinkojen välttämiseksi on johtojen kohdalla kaivutyö suoritettava varoen ja johdon työaikaisesta suojauksesta ja tukemisesta on neuvoteltava ao. laitoksen kanssa.

Vesilaitos suorittaa vesijohtojen, -postien ja -sulkujen mahdollisesti tarvittavat siirrot rakennuttajan kustannuksella. Mahdolliset sadevesi- tai muiden viemäreiden ja viemärikaivojen siirrot suorittaa urakoitsija rakennuttajan kustannuksella.

Johtojen suojauksesta, tukemisesta, suojausmateriaalin poistosta, säilytyksestä, täytön yhteydessä tapahtuvasta takaisin panosta ja johtojen työlle aiheuttamasta haitasta ei makseta korvausta.

6. Työmaan vaikutuspiirissä olevat puut ja rakennukset on huolellisesti suojattava ja niille tai muulle omaisuudelle mahdollisesti aiheutuvat vahingot on urakoitsijan korvattava.
7. Puuston kaadon ja poiskuljetuksen suorittaa rakennuttajan kustannuksella teknisen palvelukeskuksen kiinteistötoimisto, jolle pyyntö on hyvissä ajoin esitettävä. Kaadoista tulevat hakkuujätteet on urakoitsijan kuljetettava pois. Puut eivät kuulu urakoitsijalle.
8. Päälysteen poistaminen katsotaan kaivuutyöhön kuuluvaksi ja sen on, samoin kuin irrotettu maa ja kallio, kuljetettava välittömästi pois työpaikalta ellei toisin ole sovittu.

Maa- ja kiviaines, joka irrotetaan rakennuspaikalta ja on rakentamiseen tarpeetonta, kuuluu poiskuljetuksineen urakoitsijalle ellei toisin ole sovittu.

9. Työmaatiet kanavan reunalla on tehtävä niin, että niitä voivat käyttää elementtejä ja putkia kuljettavat kuorma-autot.

c) Salaojitus

1. Salaojitus tehdään piirustusten osoittamassa laajuudessa käyttäen PEH-muovisalaojaputkia. Putkien liitokset tehdään tehdasosilla. Putket ympäröidään salaojasoralla vähintään 15 cm paksuudelta sivulta ja päältä ja tarkastetaan, että kanavan pohja on sorastettu niin, että pohjavesi pääsee esteettä salaojaan.
2. Salaoja rakennetaan suorana kaivosta toiseen. Jos jossakin kohdassa joudutaan tekemään mutka, niin tähän mutkaan tehdään salaojakaivo, vaikka sitä ei piirustuksissa olisi esitettykään.
3. Salaojan rakentamisvaiheessa on erikoisesti huolehdittava, ettei sadevesi pääse kuljettamaan savilietettä salaojan ympärille.
4. Piirustusten osoittamiin kohtiin tehdään salaojaan  $\varnothing$  80 cm renkaista salaojakaivot 50 cm liete-pesin ja kaivot varustetaan portain. Salaojakaivoihin tulevat putkien päät katkaistaan niin, että putken pää on korkeintaan 4 cm renkaan sisäpuolella. Kaivon renkaat saumataan bituminauhalla.
5. Lämpöjohtokaivot yhdistetään maaviemäriputkella salaojakaivoon tai sadevesikaivoon niin, että kaivojen pohjat pysyvät kuivina. Kaivojen läpivienneissä on käytettävä läpivientiyhdettä.



6. Salaojitus yhdistetään piirustusten osoittamista salaojakaivoista viemäreihin. Näihin kaivoihin asennetaan hiekkalukot.
  7. Urakoitsija hankkii salaojakaivojen kannet, -renkaat ja -putket.
  8. Salaojakaivojen kansien asennuskorkeuden suhteen noudatetaan samaa kuin kanavakaivojen kansien kohdalla on määritelty kohdassa h 2.
  9. Salaojien kunto on urakoitsijan tarkistettava elementtien ensimmäisen asennusvaiheen jälkeen välittömästi vedellä valvojan läsnäollessa.
- d) Kokoelementtikanavan perusta
- Perusmaan, jolle kanava rakennetaan, kantavuuden on oltava vähintään 0,08 MN/m<sup>2</sup>. Mahdollisesta massanvaihdosta maksetaan yksikköhinnan mukainen erillinen korvaus. Alusrakenteen, jolle pohjaelementit asennetaan, tulee olla hyvin tiivistetty ja kerrospaksuuksien ja kiviainesten raekokojen piirustuksen LE 07 mukaiset. Lisäksi alustan tulee olla tasainen ja suora, paikallinen poikkeama enintään 8 mm 4 metrin matkalla ja samaan suuntaan muuttuva.
- e) Muovisuoja-putkielementtien perusta
1. Elementit asennetaan 10 cm hiekasta ja 10 cm murskesorasta (0-20 mm) tehdylle perustalle.
- Kaivannon pohja tasataan ja tiivistetään täyttämällä. Pinnan on oltava tasainen ja suora. Suurin sallittu poikkeama on 20 mm suunnitelman mukaisista korkeusmitoista.
- Pohjan + korkeudet tarkistetaan ennen putki- tai betonielementtien asennustöitä.
2. Suoja-putkikanavien liitos-, tasaaja-, kulma- ja haaroituskohdissa on kaivanto tehtävä saumaustöiden takia niin, että suoja-putkielementin joka puolelle jää vähintään 300 mm vapaa tila. Rakennusurakoitsija on velvollinen saumaustöiden yhteydessä huolehtimaan em. vapaan tilan olemassaolosta.
- f) Betonielementit
1. Elementit toimittaa rakennuttaja. Elementtien siirtäminen rakennuttajan varastosta asennuspaikalle kuuluu rakennusurakkaan.
  2. Elementtiasennus kuuluu rakennusurakkaan. Myös kulma- ja tukivalut kuuluvat rakennusurakkaan.
  3. Elementtiasennus kaivovälillä käsittää kaivojen sisäpintojen välisen matkan. Rakennusurakoitsijan tulee lyhentää tarpeen vaatiessa elementtien päät kaivon sisäpinnan tasoon. Elementtien katkaiseminen muilla keinoin kuin katkaisulaikkaa käyttäen ilman valvojan antamaa tapauskohtaista lupaa, on ehdottomasti kielletty.
  4. Rakennusurakoitsija suorittaa pohjaelementtien jatkoshitsaukset. Jatkokset tehdään myös kaivojen kohdalla.

5. Rakennusurakoitsija uusii alaelementtien poikittaissaumojen esisivelyn ennen saumausta ja pitkittäissaumojen ennen yläelementtien asennusta. Elementtien esisivelyt uusitaan ennen asennusta. Sivelyaineen hankkii rakennuttaja.
  6. Poikki- ja pitkittäisuraan tulevan bituminauhan toimittaa rakennuttaja. Bituminauhojen asennus kuuluu rakennusurakkaan.
  7. Poikkisaumojen nauhan päälle tuleva betonisaumaus tehdään alaelementissä sisäpinnan tasoon. Betonisaumausta ei saa suorittaa ennen kuin valvoja on hyväksynyt bitumisaumauksen.
  8. Betonisaumojä tulee tarvittaessa liian nopean kuivumisen estämiseksi kastella ja peittää.
  9. Kun rakennuttaja on ilmoittanut hyväksyttävästi suoritetuksi putki- ja eristystyöt, suoritetaan kansielementtien asennus ja saumaus. Kansielementtien nostolenkit bitumoidaan asennuksen jälkeen.
  10. Talviasennuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota saumaukseen, ts. saumauspintojen tulee olla jäistä vapaat, kuivat ja puhtaat.
  11. Vaurioituneita elementtejä ei saa asentaa ilman rakennuttajan asettaman valvojan antamaa lupaa.
- g) Betonityöt
1. Betonitoissa noudatetaan voimassa olevien betoni- ja teräsbetonirakenteiden normaalimäärittäisiä teknillisiä ohjeineen sekä työtä varten laadittuja piirustuksia.
  2. Kaikissa betonirakenteissa käytetään vesitiivistä betonia K 30-2, joka on tiivistettävä sauvatäryntä käyttäen. Betonin jälkihoito on suoritettava betoninormien mukaan.
  3. Valutöitä ei saa aloittaa ennen kuin rakennuttaja on tarkastanut ja hyväksynyt raudoitukset ja valujen suorittamisesta on sovittu valvojan kanssa.
- h) Kanavakaivot
1. Työpaikalla valettavien kaivojen periaatteellinen rakenne selviää piirustusnumerosta LE 01.  
  
Kaivot perustetaan 150 mm paksulle sepelikerrokselle.
  2. Kaivot perustetaan samalla tavalla kuin kokoelementtiakanava ja tehdään piirustusten osoittamaa suuruutta vesitiivistä betonista K 30-2. Kannet asennetaan vasta putki- ja eristystyön jälkeen. Kannet tehdään irtolaattoina ja ne varustetaan nostokoukuilla sekä kiinnitetään huolellisesti saumanauhalla. Nostokoukut bitumoidaan kannen asennuksen jälkeen.
  3. Kaivojen kulkuaukkujen valurautaiset kannet (40T) hankkii urakoitsija. Valurautakannan reunan on oltava puistoissa ja vastaavissa paikoissa 1-3 cm ympäröivää maanpintaa alempana. Ajoradalla 1-2 cm ja jalkakäytävillä sekä pihoilla 0-1 cm päällysteen pintaa alempana. Valurautakannet asennetaan paikalleen korotusrenkailla kumibituminauhaa käyttäen.

4. Kaivon ja kanavan tuuletusta varten asennetaan tuuletusputket. Tuuletusputket ovat kuumasin-kittyä teräsputkea ja muoviva. Muoviputkien ja tarpeellisten käyrien ja liitoskappaleiden hankinta ja asennus kuuluu rakennusurakkaan.

Tuuletusputket viedään riittävän kauas sivulle, useimmin rakennuksen seinän viereen, etteivät ne aiheuta häiriötä liikenteelle. Tuuletusputket asennetaan kaivoon päin laskeviksi ja niiden alusta on ehdottomasti tiivistettävä täyttämällä ennen putkien asennusta.

5. Seiniä valettaessa tehdään piirustusten osoittamat porrasaskelmat 15 mm harjateräksestä ja niiden paikka on sovitettava valurautakansien mukaan.
6. Valurautakannen kehyksestä johdetaan putki kaivon ulko- tai sisäpuolelle niin, että päällimmäisestä kannesta läpi valunut vesi ei jää kannen kehykseen. Putkien ja käyrien hankinta ja asennus kuuluu rakennusurakkaan.
7. Kanavakaivojen pohjat tehdään viemäriin päin kalteviksi ja hierretään niin, ettei siihen jää kuoppia, joihin vesi voisi jäädä.
8. Maaventtiilikaivo muodostuu kartiomaisesta betonirenkaasta ja tukielementistä sekä tarvittavista korokerenkaista, jotka asennetaan betonisen umpi- tai valurautakannen alle. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää tehdasvalmisteista muovista kaivoa kansistoinen LE 2.

i) Kanavien liittäminen rakennusurakkaan

1. Perusmuuri- ja väliseinäreiät on tehtävä timanttiporausta käyttäen. Reikiä tehdään pääasiassa perusmuureihin sekä tiili-, betoni- tai luonnonkiviseiniin. Reikien teko määräytyy johdon DN-koon mukaan.
2. Kanavien liittäminen rakennuksiin suoritetaan talojohtopiirustusten mukaan ja rakennusurakoitsija suorittaa myös rakennusten sisällä kaukolämpöjohtojen asennustyöhön liittyvät kaikki rakennustekniset työt maalauskorjauksineen, seinän läpimenokohdan kosteuseristys rakennuksen ulkopuolelta, rakennuksen ja elementin liitoskohdassa suoritetaan kylmä- ja kuumabitumisivellyllä.

j) Täyttö ja jälkityöt

1. Täyttövaiheessa ei kaivantoihin saa jättää lahoavia aineita, betonilaudoituksia tms.
2. Täyttötyöt on suoritettava kerroksittain huolellisesti tiivistäen ja käytettävän johtorakenteen ja asennuspaikan asettamat vaatimukset huomioon ottaen.

Katualueilla täyttötyön suoritus ja käytettävät materiaalit määräytyvät kadun rakennekerrosten ja katurakennusohjeiden mukaan.

3. Kestopäälystetyöhön kuuluu myös pohjatyöt ennen pinnoitusta.

Nurmikot istutuksineen on kunnostettava alkuperäiseen kuntoon alueen omistajan hyväksymällä tavalla.



4. Rakennusurakoitsijan on suoritettava johdon tarkistusmittaukset sekä korkeus- että sivusuunnassa ennen kantavien kerrosten tekoa ja merkittävät ne piirustuksiin.
5. Mikäli kaivun yhteydessä on paljastunut kaapeleita, on urakoitsijan ennen täyttötöiden aloittamista otettava yhteys ao. yrityksen työnsuunnittajaan kaapeleiden tarkastamista sekä suojakourujen asentamisen valvontaa varten.
6. Katujen, käytävien, pihojen yms. päällysrakenteiden ja reunakivien saattaminen entiseen kuntoon kuuluu rakennusurakkaan.
- k) Rakennusurakan jako työvaiheisiin

Rakennusurakka jaetaan kahteen eri työvaiheeseen:

- ensimmäinen työvaihe käsittää kanavien ja kaivojen valmistamisen valmiiksi putkitöiden aloittamista varten, ts. laudoitukset poistettu ja betoni vähintään seitsemän (7) vuorokautta vanhaa
- toinen työvaihe alkaa siitä, kun putkiasennus- ja eristystyöt on saatu suoritetuksi.

- l) Sähkökaapelien käsittely ja asennus kaivantöiden yhteydessä piirustusnumero LE 28.

### 1. KAAPELIEN PAIKOITUS

Koska kaapelikartoista ei selviä kaapelin tarkkaa sijaintia maastossa, täytyy aina ennen kaivamisen aloittamista pyytää Loiste Sähköverkko, Kaisanet ja Soneralta kaapeleiden näyttö. Näyttöpyyntö on tehtävä pari päivää ennen kaivamisen aloittamista. Kaapeli näytöt tilattava Loiste Sähköverkolta 050-5511170 klo 7 – 15.30.

### 2. KAIVAMINEN KAAPELIEN LÄHEISYYDESSÄ

Kaapeleiden läheisyydessä kaivaminen on syytä suorittaa miestyövoimin erityistä varovaisuutta noudattaen.

### 3. KAAPELEIDEN KÄSITTELY TYÖN AIKANA

Töiden aikainen kaapeleiden käsittely selviää kuvasta nro 1. Kaapeleita siirrettäessä kaapeleihin ei saa tehdä jyrkkiä mutkia, taivutussäde vähintään 25xD (D = kaapelin ulkohalkaisija). Kaapeleita ei tulisi liikuttaa alle 0°C lämpötilassa.

### 4. KAIVANNON TÄYTTÄMINEN

Täyttämisen yhteydessä on kaapeleiden ala- ja yläpuolelle laitettava hiekkaa. Kaapeleiden olemassa olevat suojat on laitettava paikoilleen, kuva 2. Kaapelit on asennettava 0,6 – 0,8 m syvyyteen, mikäli kaapelit tulevat lähemmäs maan pintaa, on ne suojattava vahvalla mekaanisella suojalla, kuva 3. Kaapelia ei saa laittaa paljaaltaan betonielementtikanan päälle, kuva 3. Kaapelinäytöt ja mahdollisia lisätietoja saa Loiste Sähkön työnsuunnittajalta.

**TYÖOHJE****PUTKIASENNUS- JA ERISTYSTYÖT****a) Yleistä**

1. Putkisto on sen kaikilta osiltaan rakennettava rakennepaineen 16 bar ja lämpötilan 120°C mukaan, työt tulee suorittaa noudattamalla voimassa olevia lakeja ja asetuksia, yleisiä määräyksiä sekä Kajaanin Lämmön ohjeita. Työt on tehtävä Kajaanin Lämmön hyväksymien piirustusten mukaisesti, ensiluokkaisesti, hyviä ja hyviksi tunnettuja aineita ja työtapoja käyttäen.
2. Rakennuttaja hankkii putket, käyrät, paljetasaimet, venttiilit, laipat ja mudanerottimet tai urakka-kohteissa voidaan menetellä tarjouksen mukaisesti.
3. Urakoitsija on velvollinen vastaanottamaan ja mahdollisuuksien mukaan ensiksi käyttämään rakennuttajan varastossa olevan katkaistun putki- ja eristysmateriaalin. Putkiurakoitsija huolehtii tilaajan varastosta putki- ja eristysmateriaalin kustannuksellaan työkohteeseen.
4. Putki asennuksissa käytetään yleensä esieristettyjä putkielementtejä Mpuk, 2Mpuk tai JOP. Lisäksi putket voidaan myös asentaa betonielementtiin tai muovisuojaeristyslementtiin (Mpul). Asennukset suoritetaan piirustusten mukaisesti ja asennuksissa on noudatettava piirustuksissa ilmoitettuja korkeuksia.
5. Tilaajan toimittaessa putki- ja eristysmateriaalin hukkaaminen lasketaan urakoitsijalle luovutetun ja putkijohdossa mitatun pituuden erotuksena. Putkien katkaisussa ja viistämisessä yms. hukkaantava materiaali jää siis urakoitsijan maksettavaksi. Jos työssä hukkaantuu muuta tilaajan luovuttamaa materiaalia, laskee rakennuttaja korvaushinnan sellaiseksi, kuin vastaava hankintahinta on ko. ajankohtana.
6. Rakennuttajalla on oikeus korjauttaa takuun piiriin kuuluva vika parhaaksi katsomallaan tavalla ja periä urakoitsijalta vian korjaamisesta aiheutuvat kustannukset, mikäli vika on sen laatuinen, että se on viipymättä korjattava ja urakoitsijaa ei tavoiteta tai että urakoitsija ei voi heti ryhtyä korjaustyöhön siitä tiedon saatuaan.

**b) Asennus- ja hitsaustyö**

1. Ennen asennuksen ja hitsauksen suorittamista on pituussaumattujen putkien saumat tarkastettava silmämääräisesti niin, ettei niissä ole mitään havaittavia hitsaus- tai muita virheitä. Kaikista putkissa havaittavista vioista on ilmoitettava rakennuttajalle.
2. Ennen asennus- ja hitsaustyön aloittamista on putkimateriaali huolellisesti puhdistettava sisäpuolelta epäpuhtauksista, hiekasta, yms. Avoimien putkijohtojen päät on myös pidettävä peitettynä niin, että esim. yön aikana ulkopuoliset eivät voi heitellä putkistoon mitään esineitä tai hiekkaa.
3. Ennen hitsauksen suorittamista putkien viistetyt päät on puhdistettava ruosteesta ja kaasulla leikatuista putkien päistä on kaikki palamisjäte poistettava. Putkien päät on olettava ja pyöristettävä ja kalibroitava niin, etteivät vastakkain tulevien putkien halkaisijat eroa toisistaan enempää kuin 2 mm.

c) Hitsaajat

Putkien hitsaustöitä saavat suorittaa ainoastaan täysin ammattitaitoiset ja rakennuttajan hyväksymät hitsaajat. Työn osallistuvilla hitsaajilla on oltava SFS – EN 287 – 1 mukainen voimassa oleva putkihitsauksen pätevyystodistus. Työn osallistuvien hitsaajien pätevyydestä on todistukset toimitettava rakennuttajalle ennen hitsaustyön aloittamista. Urakoitsijan on kustannuksellaan järjestettävä koehitsaus, jonka tulee vastata standardin ISO 5817 hitsiluokkaa B tai vaihtoehtoisesti röntgenluokkaa IIW 4.

d) Hitsaukset

1. Putket DN 700 – DN 150 ja niihin tehtävät haaraliitokset hitsataan yleensä sähköllä ja putket DN 125 – DN 150 kaasulla. Poikkeavasta hitsaustavasta on ennen työn suoritusta sovittava työn valvojan kanssa.

2. Hitsauksessa saa käyttää ainoastaan rakennuttajan hyväksymiä hitsauspuikkoja (esim. OK 48.00 tai AGA H44). Saumojen on tultava täyteen hitsiainetta myös juuren puolelta.

Putkisaumat tehdään NS 125 ja sitä suuremmilla putkilla V-saumoina ja pienemmillä putkilla I-saumoina. Urakoitsijan on huolehdittava erikseen siitä, että käytettävät hitsauspuikot on kuivia.

3. Tilaajalle on annettava mahdollisuus tarkistaa jokainen hitsaussauma. Urakkaan kuuluu hitsaussaumojen tarkistuskuvaus. Hitsaussaumoista kuvataan 5 %. Putkien hitsaussaumojen tulee vastata vähintään röntgenluokkaa IIW 3 ilman juurivirhettä. Kuvaukset tehdään tilaajan osoittamista hitsaussaumoista ja tilaajan valvonnan alla. Mikäli hitsausvirheitä löytyy, tehdään jokaista virhettä kohden 5 kpl lisäkuvauksia. Kaikki virheelliset saumat korjataan ja kuvaukset suoritetaan uudelleen. Kaikki kuvaukset tapahtuvat urakoitsijan kustannuksella.
4. Hitsattujen putkien pituussaumojen tulee olla liitoksissa vähintään 50 mm erillään toisistaan ja jäädä hyvin näkyviin painekoetta varten.
5. Hitsaustöiden ajaksi urakoitsijan on järjestettävä riittävä näkösuoja ohikulkijoiden suojaamiseksi valokaarelta. Hitsaustöissä on lisäksi soveltuville osin noudatettava standardeja SFS 2143 ja SFS 2223.

e) Asennukset

1. Piirustuksissa osoitettuihin paikkoihin asennetaan venttiilit, käyrät, paljetasaajat, kiinto- ja ohjauspisteet.
2. Tyhjennysventtiilit varustetaan 2" messinkisin pikaliittimin ja kansin. Näiden hankinta kuuluu putkiurakkaan.
3. Ilmanpoistovenitit varustetaan ½" suoralla muhvilla ja ½" tulpalla. Näiden hankinta ja asennus kuuluu putkityöurakkaan.

f) Paljetasaajat

1. Putkijohtoihin asennetaan piirustusten osoittamat putkeen hitsattavaa mallia olevat aksiaalipaljetasaajat. Asennuksessa on huomioitava virtaussuunnat.
2. Paljetasaajat on suojattava huolellisesti kolhiintumista ja palohaavoja vastaan. Putkiurakoitsija vastaa siitä, ettei paljetasaajien välillä ole epäpuhtauksia, jotka voivat aiheuttaa tasaajan rikkoutumisen. Tällaisissa tapauksissa vaurion sattuessa korvaa syntyneen vahingon ja vaihtaa osan uuteen paljetasaajaan.
3. Paljetasaajat esijännitetään asennuslämpötilaa vastaaviksi erikseen annettavien ohjeiden mukaan. Ennen kuin paljetasaajan hitsaus lopullisesti suoritetaan, Kajaanin Lämmön edustaja tarkastaa paljetasaajan esijännityksen.
4. Tasaajan asennus on suoritettava siten, ettei tasaajassa synny suunnanmuutosta.

g) Haaroitukset ja suunnanmuutokset

1. Suunnanmuutokset, jotka ovat alle 20° tehdään viistesaumalla, muulloin käyrän avulla. Putken NS 15 mm saadaan suunnanmuutokset tehdä taivuttamalla.
2. Pääputkeen tehtävän reiän reunat taivutetaan kuumina ylöspäin. Taivutus on tehtävä tasaisesti ja siten, ettei putkiaineeseen tule koloja tai repeämiä. Reiän ja haaraputken sovitusta työstetään hyvin hitsausta varten.
3. Pääputken ja haaraputken liitos varmistetaan kahdella laattateräksestä tehdyllä kulmatuella 5-50, jotka kiinnitetään pienhitsillä a 4.

h) Hitsattavien teräslaippojen asennus

Laipat on asennettava ehdottomasti kohtisuoraan putken pituusakselia vastaan. Kaikki käytettävät laipat ovat hitsattavia ja vastaavat nimellispainetta NP 16.

i) Venttiilit

1. Sulkuventtiileinä käytetään hitsattavaa mallia olevia palloventtiileitä. Hitsatessa on varmistettava, että venttiilien tiivisteet ei vaurioidu.
2. Työmaalla ennen asennusta säilytettävät venttiilit on varastoitava siten, että niihin ei pääse epäpuhtauksia eivätkä sivulliset pääse niitä vaurioittamaan. Vaurioituneet venttiilit korvaa urakoitsija.

j) Putkikannattimet

Kiintopiste, ohjaus- ja välikannattimien paikat on merkitty piirustuksiin. Putkikanavan pohjalaatetaan ja muihin betonirakenteisiin sijoitettavat kannattimien teräsosat tartuntarautoineen on urakoitsijan toimitettava niin ajoissa, että ne ehtivät mukaan rakennusurakoitsijan toimesta – suoritettavaan betonivaluun. Kaivoaukon pieliin tulevat teräskehikot hankkii putkiurakoitsija.

Putkikannattimet maalataan standardin PSK 1713 mukaisella maaliyhdistelmällä A 70. Maalaus kuuluu putkityöurakkaan. Tarvikkeet hankkii putkiurakoitsija.

k) Vesipainekoe

1. Paineekokeen ajankohta on sovittava työnvalvojan kanssa hyvissä ajoin, yleensä vähintään 1 vrk ennen kokeen suoritusta.
2. Putket koeponnistetaan rakennuttajan edustajan läsnäollessa ja hänen määräämissä johtosuukissa 21 barin kylmävesiylipaineella. Koepaine pidetään tutkittavassa osuudessa vähintään tunnin ajan.
3. Ennen koepaineen suorittamista on urakoitsijan tarkastettava, että kiintopisteet ovat kunnossa ja paljettasaajat tuettu niin, ettei koepaine pääse niitä vahingoittamaan.
4. Mikäli vuotoja ilmenee urakoitsijan tekemissä saumoissa, on rakennuttajalla oikeus uusia koeponnistus urakoitsijan laskuun.
5. Kaikki koepainetta varten tarvittavat tilapäisliitokset ja –järjestelyt, kokeissa tarvittava vesi, paineennostopumppu, tarkistushanalla varustettu painemittari yms. laitteet, samoin kuin veden poistaminen kokeen jälkeen, on sisällytettävä asennuskustannuksiin.

l) Ilmapainekoe

Koepaine ilmalla ainoastaan, kun ulkolämpötila on alle 0 °C, jolloin on vaarana että koepainevesi jäätyy linjaan. Koepaineeseen ilmalla on aina saatava tilaajan hyväksyntä.

1. Paineekokeen ajankohta on sovittava työnvalvojan kanssa hyvissä ajoin, yleensä 1 vrk ennen kokeen aloittamista.
2. Putket koeponnistetaan rakennuttajan edustajan läsnä ollessa ja hänen määräämissä johtosuukissa 1,0 Bar ilmanpaineella. Koepainetta pidetään tutkittavassa osuudessa vähintään 4 tunnin ajan. Jokainen hitsattu sauma käydään valvojan kanssa läpi vuodon ilmaisu sumutteella vuodon löytämiseksi.
3. Ennen koepaineen suorittamista on urakoitsijan tarkistettava, että kiintopisteet ovat kunnossa ja paljettasaajat tuettu niin, ettei koepaine pääse niitä vahingoittamaan.
4. Mikäli vuotoja ilmenee urakoitsijan tekemissä saumoissa, on rakennuttajalla oikeus uusia koeponnistus urakoitsijan laskuun.
5. Kaikki koepainetta varten tarvittavat tilapäisliitokset ja –järjestelyt, kokeissa tarvittavat koneet, painemittari vaimennettu Ø100mm asteikko 0 – 2,5 Bar yms. laitteet ja tarvikkeet sisältyvät asennuskokonaisuuteen. Koepaine suorituksen jälkeen on verkosto osuus huuhdeltava työohjeen ja tilaajan antamien ohjeiden mukaisesti, kuitenkin on huomioitava jäätymisvaara.

m) Ruostesuojaus

Hyväksytyn painekokeen jälkeen on kaikki hitsausseamat puhdistettava ja ruoste harjattava pois, jonka jälkeen saumat maalataan maaliyhdistelmällä A 70 tai vastaavalla ruosteenesto pohjamaalilla, joka kuuluu putkiurakkaan.



- n) Tarkastus
1. Työt tarkastetaan ja mitataan sopivina johto-osuuksina, joiden rajat määräytyvät painekokeiden tarkoituksenmukaisen suorituksen mukaan.
  2. Mittaustuloksista laaditaan tarkastuspöytäkirja, jonka rakennuttajan ja urakoitsijan edustajat allekirjoittavat ja josta yksi kappale jää kummallekin osapuolelle.
  3. Putkien pituudet mitataan keskiviivaa pitkin. Hanoja, tasaajia, laippoja ja muita valmiita asennusosia ei lasketa putkipituuteen.
- o) Lämpöeristykset
1. Ennen lämpöeristystyön suorittamista on putkien ja muiden paineenalaisten osien ulkopinnat puhdistettava. Eristettävän putken pinnan sekä eristysmateriaalin pitää olla kuiva.
  2. Betonielementtikanavaan asennettujen suorien putkien lämpöeristys suoritetaan mineraalivillasta valmistetuilla eristyskouruilla tai polyuretaanikouruilla (A-kouru), jotka sidotaan vähintään 9 mm levyisellä teräsnauhalla, 3 kpl/m, joka kiinnitetään terässoljin. Teräsnauhan ja soljet hankkii putkiurakoitsija. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että kourujen saumakohtiin, tuki- ja ohjauspisteiden läpivienteihin ei jää rakoja.
  3. Käyrät eristetään galvanoidulla teräslankaverkolla vahvistetulla mineraalivillamatolla tai polyuretaanista muottivaluna valmistetuilla käyräeristeillä. Kaukolämpöverkon kaivojen putkieristykset tehdään kanavan eristystöiden yhteydessä kaivoissa. Eristyksen päälle kiedotaan eristyshuopa esim. pikipoika B 2 tai vastaava, joka sidotaan eristyksen ympäri.
  4. Hitsattavat venttiilit eristetään loveamalla sen vaatima tila eristyskouruun niin, että putken eristys jatkuu venttiiliin yli. Edellä mainittu työtapa edellyttää, että venttiiliin kara ulottuu eristyksen ulkopuolelle.
  5. Haaroituselementin kohdalla eristetään pääputken lisäksi myös haaraputket haaroituselementin osalta.
  6. Eristämättä jätetään laipalliset venttiilit sekä ilmanpoisto- ja tyhjennysputket.
  7. Aksiaalipaljetasaimien eristys suoritetaan mineraalivillamatolla. Tasaimen suojaksi lämpöeristystä vastaan kiedotaan 0,5 mm paksuinen sinkitty teräslevy, joka sidotaan 2 mm sinkityllä teräslangalla.
  8. Talon sisällä asennettavat putket eristetään 40 mm mineraalivilla- tai polyuretaanikouruilla, jotka pinnoitetaan PVC-pinnoitteella tai vaihtoehtoisesti 0,5 mm alumiinipellillä. Eristetyn putken lävistäessä rakenteen, viedään eriste katkaisematta myös rakenteen läpi. Jos seinien jälkipaikaus tehdään ennen varsinaista putkieristystyötä, on lävistyskohdat varustettava putkien suojausholkein. Eristyksen päätekohdat varustetaan alumiinisilla manseteilla.
- p) Eristyselementit
1. Suojaputkielementtien (Mpul) asennuksessa urakoitsijan on huolehdittava siitä, että elementin pinnan + korkeus muuttuu jatkuvasti samaan suuntaan, kuin annetut korkeusmitat edellyttävät. Asennuksessa ja kuljetuksissa on noudatettava suojaputken valmistajan antamia ohjeita.



2. Ulkopuoliset kaukolämpöjohdot tehdään kiinnivaahdotetuista erityiselementeistä (Mpuk tai 2Mpuk) ja tarvittaessa varustetaan kanavavalvontajärjestelmän kaapeleilla. Elementeissä tulee olla Suomen Kaukolämpöyhdistys ry:n merkinnät (LT).
3. Elementtiputket, sulkuventtiilit, kulmat, T-haarat ja kiintopisteet tehdään tehdasvalmisteisilla osilla.
4. Betonirakenteiden läpiviennit varustetaan läpivientikumiprofilein.
5. Hyväksytyn painekokeen ja mahdollisen röntgenkuvauksen jälkeen putkistot esilämmitetään noin +75°C. Putkistoa nostellaan, jotta lämpölaajeneminen voi vapaasti tapahtua. Kun putkisto on kauttaaltaan lämmennyt ja kaivanto täytetään. Lämmitystä jatketaan siten, ettei putkiston lämpötila missään vaiheessa laske alle +60°C. Kiintopisteiden valut suoritetaan elementin valmistajan ohjeiden mukaisesti.

### Liitostyöt

6. Elementtien liitostyöt tehdään kulloinkin tilaajan ilmoittamalla tavalla ja materiaalilla. Liitostyötä tekevällä henkilöllä tulee olla liitostyöhön asianmukainen koulutus ja voimassa oleva liitostyödistus. Ennen liitostyön aloittamista urakoitsija tulee nimetä liitostyötä tekevät henkilöt ja esitettävä liitostyöhön liittyvä todistus voimassa olevasta asennusoikeudesta.

Kaikkien liitoksissa tarvittavien osien tulee olla elementin valmistajan toimittamia. Liitosten tiiveys tulee tarkistaa paineilman avulla ja käyttäen tarkistuksessa saippualliuosta. Liitostyö tehdään noudattaen elementin valmistajan erikoisohjeita.

7. Urakoitsijalla on oltava kaukolämpöjohtojen laadunvalvontatoimikunnan (LVT) myöntämä asennusoikeus suorittaa ko. töitä.
8. Urakoitsijalla on oltava palveluksessaan ko. töistä vastuuhenkilö, jonka on työskenneltävä päätoimisesti urakoitsijan palveluksessa.
9. Urakoitsijan on noudatettava työssään hyväksi tunnettuja työtapoja sekä johto- ja jatkosmateriaalien toimittajien ja Suomen Kaukolämpö ry:n antamia työ- ja asennusohjeita.
10. Työssä on käytettävä vain kulloisellekin liitosmenetelmälle täysin soveltuvia tarveaineita, konekalustoa ja työvälineitä.
11. Urakoitsijan on tehtävä tilaajalle välittömästi ilmoitus, jos materiaaleissa epäillään olevan virheitä.
12. Urakoitsijan on huolehdittava työntekijöittensä riittävästä jatkostöiden työ- ja asennuskoulutuksesta.
13. Urakoitsijaoikeuksien lakattua, vastaa urakoitsija keskeneräisistä töistään ja on velvollinen suorittamaan ne loppuun. Asennusoikeuksien peruuntuminen ei poista tai vähennä urakoitsijalla työn johdosta olevaa takuu-, vahingonkorvaus- ym. Vastuuta.

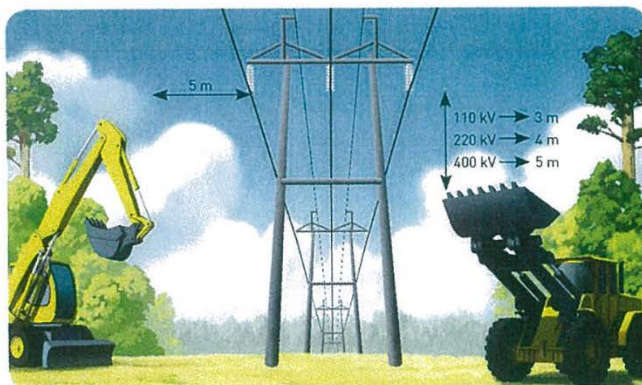
14. Jatkoskohtien tarkastuksessa, hylättyjen jatkoksien korjaaminen sekä kutakin hylättyä jatkoskohtaa kohti lisäksi yhden uuden jatkoksen tekeminen materiaaleineen tapahtuvat urakoitsijan kustannuksella.
  15. Mikäli asennettavassa kaukolämpöelementissä on valvontakaapeli niin, valvontakaapelit liitetään liitoskohdissa liitoshylsyin ja varmistetaan juottamalla. Kaapelin sijoitus pyritään saamaan kello 12 ja kello 6:een. Kaapelit ja liitoshylsyt eivät saa missään kohdin ottaa kiinni teräsputkeen.
  16. Kaapeleiden päät jätetään rakennuksien ja liitäntäkaivojen sisälle.
  17. Kaapelit on kytkettävä siten, että max. putkipituus on 1000 m. Ennen kaivantojen täyttämistä urakoitsija vastusmittaa kaapelit tilaajan edustajan läsnäollessa.
- q) Talojohdot
1. Talojohdoilla tarkoitetaan katuverkosta kuluttajan lämmönjakohuoneeseen kulkevaa, kaksi lämminvesiputkea käsittävää kaukolämpöjohtoa, joka päättyy Kajaanin Lämmön mittauskeskuslaitteisiin.
  2. Mittauskeskus käsittää 2 kpl sulkuventtiileitä, mudanerottimen, vesimittarin, lämpömäärälaskimen, 2 kpl lämpötila-antureita suojataskuineen ja näiden kiinnitystä varten 2 kpl 1/2" muhvia sekä tarpeellisen putkiston eristysineen.
  3. Putket on kiinnitettävä seinään ja lattiaan siten, että venttiili tai laite voidaan irrottaa ilman putkijohtojen lisätuentaa.
  4. Mittauskeskuksissa jätetään laipalliset venttiilit ja laitteet sekä niihin vastalaipat eristämättä. Hitsattava venttiili eristetään loveamalla sen vaatima tila erityskouruun niin, että putken eristys jatkuu venttiiliin yli. Huomioitava myös, että venttiiliin kara ulottuu eristys ulkopuolelle. Eristyksen päätekohdat varustetaan alumiinisilla manseteilla.

# FINGRID

## TYÖSKENTELY ILMAJOHTOJEN LÄHEISYYDESSÄ

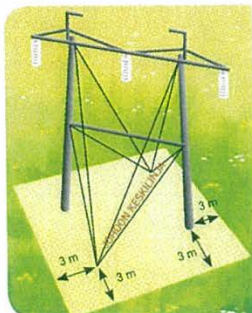
### Älä mene vaarallisen lähelle johtoja!

Käsiteltäessä pitkiä tai suurikokoisia esineitä tai työskenneltäessä työkonella ei mikään esine tai koneen osa saa vahingossakaan joutua sivusuunnassa tai alapuolella oheisissa kuvissa olevia mittoja lähemmäksi jännitteisiä johtimia.

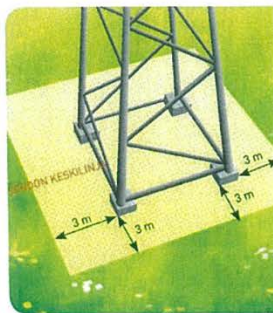


Jännitetaso kV	Eristinketjun pituus	Eristinlautasten lukumäärä
110	noin 1 metri	6-8
220	noin 2 metriä	10-12
400	noin 4 metriä	18-24

Voimajohtopylväiden pylväsala ulottuu kolmen metrin päähän pylvään maanpäällisistä perustus- ja harusrakenteista. Pylväsala on suoja-alue, jolla ei saa liikkua työkonella, kaivaa tai läjittää.



Harustettu, kaksijalkainen pylväs



Harustamaton, yksijalkainen pylväs

Jos töiden yhteydessä tapahtuu Fingrid Oyj:n voimajohtoon liittyvä muu kuin maadoitusjohtimiin kohdistuva vahinko, pyydämme ilmoittamaan siitä heti Fingrid Oyj:n kantaverkkokeskukseen, puhelin 030 395 4300.

## KAAPELINÄYTTÖ

Maakaapeleiden näyttö koskee Loiste Sähköverkko Oy:n verkkovastuualuetta, joka kattaa Kainuun yhdeksän kuntaa sekä Pyhännän kunnan ja entisen Kestilän kunnan alueen Siikalatvan kunnassa Pohjois-Pohjanmaalla. Kun suunnittelet maankaivutöitä paikassa, jossa on mahdollista olla Loiste Sähköverkko Oy:n omistamia maakaapeleita, kannattaa aina tilata kaapelin näyttö paikan päälle.

Suosittellemme että kaapelin näyttö tilataan kaksi työpäivää ennen kaivutyön aloittamista.

Palvelun voi tilata arkisin klo 7-15.30 puhelinnumerosta

 050 5511 170

Mikäli kaivutyötä tehdään alle metrin päässä kaapelista, tulee työ tehdä käsikaivuna. Jos kaivutilanteessa paljastuu yllättäen kaapeleita, asiasta tulee ilmoittaa välittömästi sähköverkkoyhtiölle.

Jos kaikista varotoimenpiteistä huolimatta kaivutöissä käy vahinko, tulee kaapelin läheisyydestä poistua välittömästi. Turvallisin poistumistapa on tasajalkaa tai yhdellä jalalla loikkien, jotta vältetään hengenvaarallisen askeljännitteen syntyminen. Vahingosta on ilmoitettava välittömästi verkkoyhtiölle. Vaikka kaapeli ei olisi vahingon seurauksena näkyvästi vaurioitunut, tulee asiasta ilmoittaa verkkoyhtiölle. Esimerkiksi kova paine ja ohut viiltokin voi aiheuttaa kaapeliin piilevän vian.

Loiste Sähköverkko Oy:n omistamien maakaapeleiden ja asiakkaiden omistamien liittymiskaapelien näyttö on maksutonta.

Muiden kaapeleiden näytöstä normaalina työaikana Eltel Networks veloittaa seuraavasti:

Kaapelinäyttö

73,66 €/ tunti (alv 24 %)

59,40 €/ tunti (alv 0 %)

Ajokilometrit

0,95 €/ km (alv 24 %)

0,77 €/ km (alv 0 %)

**Huom! Koskee Loisteen sähköverkkoaluetta (Hyrnsalmi, Kajaani, Kuhmo, Paltamo, Puolanka, Ristijärvi, Sotkamo, Suomussalmi) sekä Pyhännän kunnan ja entisen Kestilän kunnan alueen Siikalatvan kunnassa Pohjois-Pohjanmaalla.**